

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Managua.

Facultad Regional Multidisciplinaria-Matagalpa.

UNAN – FAREM – Matagalpa.



Monografía para optar al título de ingeniería Industrial y de Sistemas.

Tema:

Factibilidad de los sistemas productivos del beneficiado de arroz blanco versus arroz parbolizado, trillo San Juan, San Isidro, 2013.

Autores:

Br. Víctor Manuel Rostrán Jarquín

Br. Harim José Rodríguez Barrera

Tutor:

Msc. Iván Montenegro Castillo

Asesor:

Ing. Pedro Cruz

Junio, 2014

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mi padre celestial por obsequiarme salud y fortaleza para seguir adelante siempre de su mano, por no dejarme caer en los momentos de sombra por cubrirme con su inmenso amor y obsequiarme la sabiduría para poder culminar esta etapa en mi vida.

A mi madre Sra. Adalys del Carmen Jarquín López, la persona más importante en mi vida ese ser luchador que con su ejemplo de nobleza esfuerzo y emprendimiento me da fuerzas para seguir adelante y ser mejor persona para ella, que me dio la mejor herencia que son sus valores, amor y la educación.

Br. Víctor Manuel Rostrán Jarquín.

DEDICATORIA

El siguiente trabajo monográfico se lo dedico a Dios sobre todas las cosas por haberme dado la fuerza y perseverancia para terminar mis estudios y la ayuda incondicional durante toda mi vida, guiándome hacia lo correcto aun sin merecerlo.

A mi madre la Lic. Tirsia Zulema Rodríguez Barrera por apoyarme en todo momento en mi formación profesional y personal.

A mis abuelitos por brindarme cariño y enseñarme el valor de la honestidad y humildad.

Br. Harim José Rodríguez Barrera

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones que me ha regalado la vida, sabiduría, fortaleza, entendimiento, trabajo y todo tu infinito amor.

A mi madre por todo su amor y apoyo en todo momento incluso cuando sentía que no podía más.

A mi familia hermanos, tíos y a mi abuela señora de corazón dadivoso que me brindó su ayuda cuando más lo necesite.

A mi compañero de monografía por brindarme su amistad y ayuda incondicional.

A esa persona tan especial que me ayudó a recuperar mi camino y no caer.

A mí tutor por responder a todas nuestras inquietudes y apoyarnos durante toda nuestra investigación.

Al Ing. Axel Picado por abrir sus puertas y poder realizar nuestra investigación en el Trillo San Juan.

Al Sr. Rodolfo Pacheco Domínguez por tener la bondad de apoyarnos y brindar información para poder culminar la investigación

Br. Víctor Manuel Rostrán Jarquín.

AGRADECIMIENTO

A Dios por las bendiciones y oportunidades que me brindo.

A mi madre le agradezco de corazón por el inmensurable amor que puso en mi vida y las enormes lecciones que me enseñó para mi bienestar. ¡Su ejemplo es mi mayor regalo!

Al Ing. Iván Montenegro Castillo por brindarnos su valiosa amistad y consejos durante las materias cursadas y la tutoría del trabajo de monografía.

A mi compañero de monografía por brindarme su amistad y ayuda incondicional.

Al Ing. Pedro Cruz por transmitir sus apreciables conocimiento y experiencia durante toda la carrera.

Al Ing. Axel Picado por abrir sus puertas y poder realizar nuestra investigación en el Trillo San Juan.

Al Sr. Rodolfo Pacheco Domínguez por tener la bondad de apoyarnos y brindar información para poder culminar la investigación

Br. Harim José Rodríguez Barrera



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua
Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa

Tel.: 2772-3310 - Fax: 2772-3206 Apartado Postal N. 218 Email: farematagalpa@unan.edu.ni

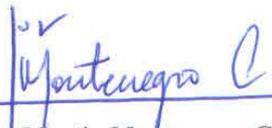
"Año del Fortalecimiento de la Calidad"

VALORACIÓN DEL TUTOR

El presente trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, con el tema *"Factibilidad de los sistemas productivos del beneficiado de arroz blanco versus arroz parbolizado, trillo San Juan, San Isidro, 2013"*, realizado por los bachilleres **Victor Manuel Rostrán Jarquín** y **Harim José Rodríguez Barrera** ha significado un arduo trabajo de investigación, aplicando técnicas, procedimientos y métodos científicos, que generará resultados significativos para la empresa donde se realizó el estudio de ser aplicados y estoy seguro que el producto final, será de mucha utilidad en la toma de decisiones de las empresas del departamento que tienen que ver con la temática en particular aquí presentada.

Así mismo será de mucha utilidad para los actores locales involucrados en el tema del arroz y los profesionales ligados al área de desarrollo empresarial, ya que se proponen nuevas tecnologías de procesamiento que permitirán diversificar la producción local dando valor agregado a un producto de primera necesidad.

Ante lo expuesto, considero que el presente trabajo monográfico cumple con los requisitos teóricos-metodológicos y se apega a los artículos que establece el Reglamento de la Modalidad de Graduación, así como apeándose a la estructura y rigor científico que el nivel de egresado requiere.


Ing. Iván Martín Montenegro Castillo
Tutor.

¡A la libertad por la Universidad!

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el municipio de San Isidro en el trillo San Juan, durante el segundo semestre del año 2013, el estudio consistió en evaluar la factibilidad técnica de convertir el sistema productivo del arroz blanco al arroz. El estudio tiene como variables el proceso, tecnología, mano de obra directa e instalaciones.

Con los resultados se logró conocer los beneficios inherentes del arroz parbolizado tanto a nivel industrial, como las ventajas nutricionales, sociales y económicas que traería a los productores, población e investigaciones a fines.

Obteniendo entre los principales hallazgos que adecuar el sistema de producción de arroz blanco a una de arroz parbolizado en el Trillo San Juan es viable, ya que son asequibles los cambios que deben en las variables mencionadas.

Además se concluyó que la empresa desde el punto de vista administrativo cuenta con la flexibilidad para afrontar los cambios que traería consigo este proceso. Tiene la infraestructura necesaria al igual que el espacio para construir las instalaciones necesarias para la producción de éste. También se presenta una propuesta de planta procesadora de arroz parbolizado de La empresa AGRIMAQ, con un monto de \$254,560.00

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	2
III.	JUSTIFICACIÓN.....	4
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
V.	PREGUNTAS DIRECTRICES.....	6
VI.	OBJETIVOS.....	7
6.1.	Objetivo general:.....	7
6.2.	Objetivo específicos:.....	7
VII.	MARCO TEÓRICO.....	8
7.1.	Generalidades.....	8
7.1.1.	<i>Orígenes del arroz.....</i>	8
7.1.2.	<i>Conceptos básicos.....</i>	8
7.1.2.1.	<i>El arroz:.....</i>	8
7.1.2.2.	<i>Arroz paddy.....</i>	9
7.1.2.3.	<i>El salvado o afrechillo del arroz.....</i>	9
7.2.	Características del arroz.....	11
7.3.	Valoración nutricional.....	12
7.4.	Desarrollo del arroz.....	13
7.5.	Producción regional.....	15
7.6.	Manejo pos-cosecha del arroz.....	17
7.7.	Industrialización de arroz.....	19
7.7.1.	<i>Etapas previas al beneficiado.....</i>	21
7.7.2.	<i>Descripción del beneficiado del arroz blanco o convencional.....</i>	23
7.7.3.	<i>Arroz parbolizado.....</i>	26
7.7.3.1.	<i>Etapas básicas del proceso.....</i>	27
7.7.3.2.	<i>Tipos de parbolizado.....</i>	27
7.7.3.3.	<i>Características del beneficiado de arroz parbolizado.....</i>	28
7.7.3.4.	<i>Ventajas del beneficiado de arroz parbolizado.....</i>	29
7.7.3.5.	<i>Descripción del proceso de parbolización.....</i>	34
7.7.4.	<i>Principales factores a cambiar en el procesamiento del arroz.....</i>	36
7.7.4.1.	<i>Proceso productivo.....</i>	37
7.7.4.2.	<i>Tecnología.....</i>	39

7.7.4.3.	<i>Mano de obra</i>	41
7.7.4.4.	<i>Instalaciones</i>	41
7.7.4.4.2.	<i>Tipo de distribución</i>	42
7.7.4.4.3.	<i>Método de distribución</i>	42
7.7.4.4.3.1.	<i>Método SLP</i>	43
VIII.	DISEÑO METODOLÓGICO	46
8.2.	<i>Población y muestra</i>	47
8.3.	<i>Procedimiento para la recolección de datos en la entrevista y observación directa</i>	47
8.4.	<i>Procesamiento de la información recopilada de las fuentes de información</i>	47
IX.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
8.1.	Proceso de Producción	48
8.1.1.	<i>Capacidad de producción de arroz parbolizado</i>	48
8.1.2.	<i>Propuesta de proceso de Parbolización</i>	49
8.1.2.1.	<i>Etapas previas al beneficiado y parbolizado del arroz</i>	49
8.1.2.2.	<i>Proceso de parbolización del arroz</i>	51
8.1.2.3.	<i>Proceso de beneficiado del arroz parbolizado</i>	53
8.1.2.4.	<i>Nivel de automatización de los procesos</i>	54
8.2.	Tecnología	57
8.2.1.	<i>Cálculo de capacidades de equipos</i>	57
8.2.2.	<i>Análisis de los equipos utilizados</i>	61
8.2.3.	<i>Características de los equipos utilizados</i>	62
	63
8.2.4.	<i>Consumo de energía de los equipos</i>	63
8.3.	Mano de obra	64
8.3.1.	<i>Cálculo de necesidades de personal</i>	64
8.4.	Instalaciones	66
8.4.1.	<i>Distribución de planta</i>	66
X.	CONCLUSIONES	70
XI.	RECOMENDACIONES	71
XII.	BIBLIOGRAFÍA	72
XIII.	ANEXOS	73

I. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad la globalización ha introducido, un sin número de variables, como la reducción de costos, trabajar eficientemente, enfocarse en la satisfacción del cliente, etc., desarrollando mercados exigentes, ligados fuertemente con el campo de la innovación y emprendimiento, obligando a las empresas de cualquier índole a ser competitivas.

La cadena de valor del arroz se ha enriquecido con la implementación de nuevas tecnologías y la mejora de los procesos, entre estos está el proceso de parbolización efectuados por países como Uruguay y Argentina. Convirtiéndolo en la medida que pasa el tiempo en un proceso muy atractivo comercialmente, por sus resultados positivos en la salud de los consumidores y la economía de las empresas.

En este documento se estudia la viabilidad de implementar el proceso de parbolización en la industria nicaragüense, pero existen tantos aspectos, como los económicos, técnicos, la competencia, la demanda, etc., que sería muy complicado incluirlos, en este caso la investigación evaluará en particular la viabilidad técnica de adecuar el proceso de parbolización del arroz en el Trillo San Juan, identificando los principales cambios en la mano de obra, tecnología, instalaciones y el proceso.

Esta investigación se realizó ya que Nicaragua produce arroz a grandes volúmenes, pero la diferenciación de los productos es muy pobre en comparación con los demás países centroamericanos y la producción de arroz es ante todo una actividad empresarial, que implica, una inversión, recuperación del capital y la obtención de una renta significativa, y necesita implementar nuevas alternativas que potencialicen la producción nacional hacia un futuro creciente y de desarrollo sostenible.

II. ANTECEDENTES.

En Argentina el consumo de arroz parbolizado, representa el 16% del consumo total de arroz que es aproximadamente 12kg per cápita, por año; y muestra un crecimiento anual de entre 5% y 10%. Razón por la cual han ido surgiendo nuevas plantas que se suman a la de “Molinos Río de la Plata”, quien actualmente lidera ese mercado en el país. (Friedmann & Weil, 2010)

Uruguay, por otra parte, es un gran productor y exportador de esta variedad, si bien, dentro del mercado local no representa más de un 10% del consumo anual per cápita. Su capacidad de parbolización es de 88 mil toneladas anuales en base paddy, pero en 2011 se ha modificado para llevarlo a 130 mil (Mercosur, 2011).

Estudios acerca de la Tiamina muestran que durante el proceso de parbolizado, del 50 a 90 % de la Tiamina en el embrión y el salvado se transfieren al interior del endospermo por lo que puede ser obtenido un arroz con un alto contenido de Tiamina. Esto muestra por qué los habitantes de las regiones donde el arroz parbolizado constituye la dieta diaria gozan de muy buenas condiciones físicas y de salud. (Bravo, 2005). La importancia de esta vitamina, juega un papel muy importante en las reacciones químicas y funcionamiento del organismo.

Unos de los beneficios principales del consumo del arroz parbolizado, es que confiere una mayor sensación de saciedad por la proporción de fibra que contiene. Durante el proceso y debido a la acción del vapor de agua bajo presión, permite el pasaje de las vitaminas de los estratos externos aquellos más internos (Beneficios del Arroz parbolizado, 2012).

Guatemala es el único país de Centro América que produce arroz parbolizado. Las principales conclusiones de Herrera Estrada (2011) afirman que:

- Existe una demanda potencial de arroz parbolizado por parte de los clientes de Albay (empresa guatemalteca), ya que sus ventas han mostrado una tendencia alcista en los últimos 10 años.

- En Guatemala la oferta de materia prima no es suficiente para la elaboración de arroz parbolizado, por lo que Albay cuenta con una cuota de importación y una asignación de la producción nacional del 13%. Esto brinda la cantidad necesaria de arroz granza que necesita la empresa para la producción de las 20,307 toneladas métricas de arroz parbolizado durante los 5 años del proyecto.
- Existen dos empresas productoras de arroz parbolizado en el mercado Guatemalteco de las cuales la empresa líder ocupa el 72.46% y la otra el 27.53% de la participación de mercado.

En la actualidad el proceso industrial para obtener el arroz parbolizado no se utiliza como una opción de dar valor diferencial en Nicaragua, es para muchos algo desconocido, no obstante, los súper mercados La Colonia, distribuye este producto en pocas cantidades de la marca Gallo Dorado y Macarena, importado de Guatemala.

En la ciudad de Matagalpa, este producto está siendo comercializado desde el 2009 en dicho supermercado y sumándose con éste el supermercado la estrella, ya que han tenido una gran aceptación entre los usuarios o clientes de los mismos por lo que han destinado un mayor espacio dentro de sus estanterías.

III. JUSTIFICACIÓN.

Como se conoce el arroz es un cultivo económico y socialmente importante para el país por su alta participación en el área cosechada, en el valor económico de la producción agrícola y en la generación de empleo.

Los beneficios de realizar esta investigación son dar a conocer a la población las ventajas de consumir y producir arroz parbolizado, presentar el proceso de parbolización como una alternativa para invertir y agregar valor al arroz, conocer los principales factores a cambiar para implementar este tipo de procesos en los trillos, mejorar la calidad del grano y contribuir en el proceso de toma de decisiones de la empresa en el caso de que tomen en consideración la propuesta.

Además el creciente desarrollo de enfermedades vinculadas a la mala alimentación, y la adopción de costumbres alimenticias perjudiciales (comida chatarra) y el incremento de las personas con sobrepeso, suscita una enorme preocupación por parte de la comunidad internacional y los gobiernos de presentar propuestas o métodos alternativos para el procesamiento de la comida. Por lo cual servirá como apoyo para futuras investigaciones afines y la salud de la población nicaragüense.

La importancia de la investigación radica en la exposición de una alternativa muy llamativa a la población de Nicaragua, que amplíen su visión como empresarios y tomen con seriedad la problemática que el país afronta, que es la de ser productores en su mayoría de materia prima, y la necesidad de actuar y emplear procesos que mejoren nuestra competitividad y productividad; por otro lado, el factor social es muy sobresaliente, ya que la información resultante fomentará a la población a mejorar sus prácticas de alimentación.

En definitiva los beneficiarios son la población, productores de arroz e investigadores, ya que nos permitió aplicar muchas de las herramientas adquiridas en los programas de estudio.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En Nicaragua, el arroz es uno de los cultivos más importantes y al mismo tiempo uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses. La actividad arrocería genera considerables cantidades de dinero y empleos indirectos.

El beneficiado del arroz es tradicional, aunque el uso de maquinaria y la calidad han mejorado, las maneras de darle un valor extra al producto son empacarlo, enriquecerlo en vitaminas y minerales, reducir el porcentaje de desperfectos, ponerle una marca al producto, etc.

El Instituto de Alimentos y Ciencias de la Universidad de la Florida (2009) sostiene que para sobrevivir en un mundo altamente competitivo, los productores agrícolas deben incluir actividades que generen valor agregado a sus productos, para incrementar su ingreso neto.

En la comercialización de productos primarios en el mercado, se ha conformado con exportar materia prima, y el concepto de valor agregado no está tan acentuado en los objetivos de los productores, en general el país es un productor y exportador moderado de materia prima.

En Latino América ha surgido esta alternativa para diversificar los productos en el mercado, atribuyéndole al grano grandes oportunidades de conquistar nuevos mercados. Por lo anterior, esta investigación aspira a dar respuesta a las siguientes preguntas ¿Cómo evaluar el proceso de parbolización en la producción arroz en el municipio de San Isidro en el segundo semestre del año 2013? ¿Tendrá el proceso de beneficiado del arroz blanco la flexibilidad para adecuarlo a la producción de arroz parbolizado? ¿Qué recursos serán los necesarios para producir arroz parbolizado?

V. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Tendrá el Trillo San Juan la flexibilidad para adecuarse a la producción de arroz parbolizado?

¿Qué recursos serán los necesarios para producir arroz parbolizado?

VI. OBJETIVOS.

6.1. Objetivo general:

Evaluar la viabilidad técnica de conversión del sistema productivo de arroz blanco a uno de arroz parbolizado en el trillo San Juan del municipio de San Isidro en el segundo semestre del año 2013.

6.2. Objetivo específicos:

1. Describir el proceso de beneficiado y parbolización del arroz.
2. Identificar los principales cambios que se deben de realizar en el sistema productivo de arroz blanco en el Trillo San Juan para adecuarlo al proceso de parbolización.
3. Proponer el proceso de parbolización de arroz adecuado en el trillo San Juan.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Generalidades.

7.1.1. Orígenes del arroz

El arroz, el cereal que más se ha extendido en el mundo, es el fruto en grano de la planta del arroz (*Oryza sativa*), un herbáceo anual de la familia de las gramíneas que se cultiva ampliamente en los cinco continentes, especialmente en regiones pantanosas de clima templado o cálido y húmedo. (Rivas A, 2008)

El arroz es uno de los cereales que se cultivan desde la antigüedad. El más lejano testimonio que se tiene corresponde al año 2800 a.C., cuando un emperador chino estableció un rito ceremonial para la plantación del arroz. Alrededor del año mil a.C. era conocido en la India y, en el siglo III a.C., en Egipto. En la Edad Media, el arroz es introducido en el sur de Europa con la invasión de los moros. Llega a América con los conquistadores, se cree que en 1694. Ya en el siglo XVIII se cultiva en el sur de los Estados Unidos el llamado arroz Carolina. (Rivas A, 2008).

En la actualidad, el arroz es, junto al trigo, uno de los cereales más consumidos en el mundo. El gran número de leyendas en torno al arroz y su asociación con la fertilidad – evidente aún en nuestros días a través de la costumbre de arrojar arroz a los recién casados – es una prueba de la importancia de este cereal en las civilizaciones antiguas. (Rivas A, 2008). En Nicaragua estas costumbres, consientes o no de su significado se practican, y resaltan una importancia un tanto subjetiva, no tan económica, pero merecedora de mención.

7.1.2. Conceptos básicos

7.1.2.1. El arroz:

Es una gramínea anual de gran importancia en la dieta humana como fuente de carbohidratos, considerado como un cereal. Constituye el principal alimento en

muchos de los países asiáticos y latino américa, siendo la especie más cultivada en el mundo, después del trigo. (Rivas A, 2008). En Nicaragua, también forma parte de la alimentación cotidiana, sin embargo gran parte de sus componentes nutritivos son perdidos en el beneficiado y comercializado como un sub producto llamado semolina o salvado.

7.1.2.2. Arroz paddy.

Consiste en el grano envuelto por las glumillas, que son los vestigios de la flor. (Bravo, 2005). Básicamente es el grano con la cáscara, luego de ser extraído de los campos de cultivos.

7.1.2.3. El salvado o afrechillo del arroz.

Es el subproducto obtenido en el proceso del pulido del arroz descascarado, para la obtención de arroz blanco para consumo humano. Está constituido por diferentes estructuras del grano: pericarpio, testa, aleurona, y también en la mayoría de los casos incluye al germen y al pulido del endospermo almidonoso en cantidades que depende de la severidad del procesamiento. Las roturas del grano durante el molinado producen pequeños fragmentos de endospermo que también van a formar parte del afrechillo, al igual que una cantidad variable de contaminación con cascara. (Bravo, 2005). En muchas ocasiones los productores pagan parte del costo de trillar el arroz, con el salvado, ya que este se vende con facilidad a otros agricultores que tienen crianza de pollos u otros animales.

Los diferentes procesos industriales a los que se somete al arroz (secado, descascarillado, pulido y blanqueado) dan lugar a otros tipos comerciales de grano (arroz paddy o cáscara, arroz integral, arroz blanqueado, arroz partido) (SAG, 2003). Cada uno con diferentes características y ventajas, relacionadas la calidad, precio de venta, costo de beneficiado. En Nicaragua el proceso es tradicional, el tipo de arroz que más se comercializa es el arroz blanqueado con rendimientos de hasta el 96% de granos enteros.

7.1.2.4. Algunos de los tipos de arroz

- ❖ *Blanco de grano largo*: Se produce en nuestro país y es reconocido en el mercado internacional por su altísima calidad y en el que la cáscara, el salvado y el germen se eliminan durante tratamiento industrial (arroz indios basmati y patna). (SAG, 2003).
- ❖ *Blanco de grano medio*: Es un grano más corto y grueso que el arroz de grano largo y tiene una textura suave y tierna al ser cocido. Es la variedad más consumida en nuestro país. El más característico es el arroz bomba. (SAG, 2003).
- ❖ *Blanco de grano corto*: Es prácticamente redondo en su forma. (SAG, 2003).
- ❖ *Arroz integral o cargo*: De grano medio o largo, es más oscuro que los refinados debido a que conserva parte del salvado de la cáscara y requiere una cocción más lenta y prolongada. (SAG, 2003).
- ❖ *Arroz vaporizado*: Es el tipo de arroz preferido por los consumidores que requieren arroz livianos y de fácil separación. (SAG, 2003).
- ❖ *Grano redondo*: Es pequeño y se cuece muy deprisa. Además contiene gran cantidad de almidón que proporciona al medio en el que cuece, con lo que esté adquiere una textura cremosa. Es el adecuado para aquellas recetas en las que interese aprovechar esta cualidad, como los arroz cremosos, los risottos italianos o las múltiples variaciones de arroz con leche. (SAG, 2003).
- ❖ *Arroz glutinoso*: Su principal característica es que los granos, tras la cocción, quedan pegados por su gran contenido en almidón. Esta cualidad lo hace imprescindible para la elaboración de algunos platos de cocina china y japonesa, como el sushi. (SAG, 2003).

- ❖ *Arroz parbolizado*: Es un producto que se logra sometiendo el grano, antes de ser descascarado y pulido a un proceso hidrotérmico, obteniendo de esta manera que las vitaminas y minerales penetren en el grano; con el proceso de secado estas características quedan preservadas beneficiando el consumo final de este producto. Su color varia adoptando un color más amarillento en comparación al arroz blanco convencional (ADF, Agencia financiera de desarrollo, 2009). Es decir, se le modifican sus características por medio de exposición al vapor a altas temperaturas, en la actualidad del país no existen empresas que lo produzcan, pero algunos de los supermercados como La Colonia lo distribuyen bajo la marca “Gallo Dorado” y “Macarena” provenientes de Guatemala.

7.1.2.5. Codex Alimentarius para el arroz.

Es una norma que se aplica al arroz descascarado, al arroz elaborado y al arroz sancochado, que recomienda prácticas equitativas en el comercio del arroz, sirviendo como mecanismo de protección al consumidor.

CONICODEX (Comité Nicaragüense Del Codex Alimentarios) es el órgano responsable de establecer las coordinaciones de los trabajos sobre normas en materia de la calidad e inocuidad de los alimentos.

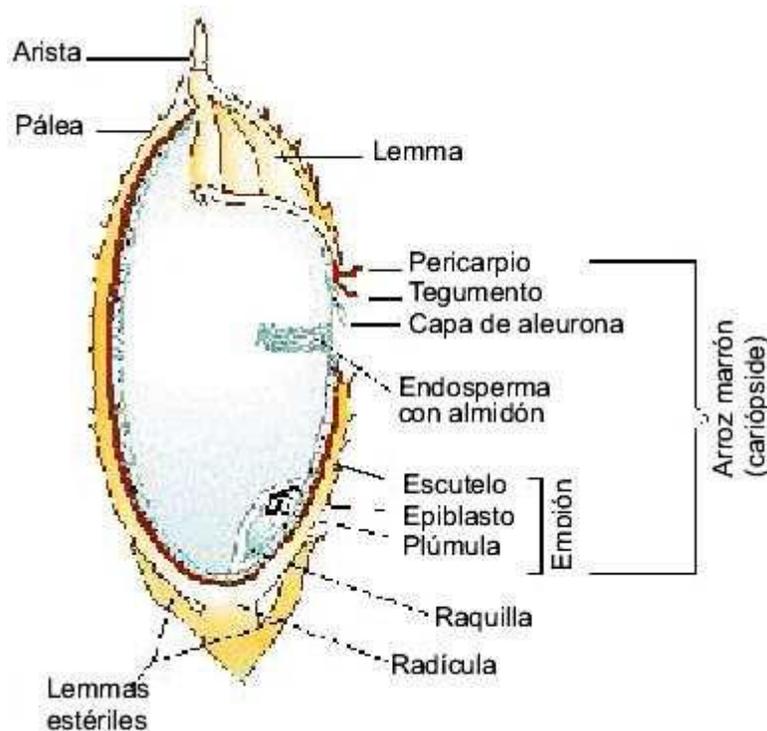
7.2. Características del arroz.

Los granos de arroz están constituidos de cáscara, película, germen y envueltos en vitaminas y sales minerales que están concentrados en la película y en el germen. El endosperma (tejido nutricional formado en el saco embrionario de las plantas con semilla) contiene básicamente almidón. (Friedmann & Weil, 2010). El cuerpo humano es como un supra sistema, integrado por sub sistemas complejos, que necesitan de vitaminas, minerales y carbohidratos para su correcto

funcionamiento, así podemos analizar que el arroz es un alimento muy completo y necesario para la alimentación del ser humano.

El párrafo anterior, señalaba los componentes en general del grano, en la siguiente imagen podemos visualizar cada uno de ellos. Es importante conocerlos por que como parte del beneficiado de arroz, el grano pierde la mayoría de los nutrientes en el pulido y trillado, y básicamente el proceso parbolización soluciona gran parte este problema, utilizando calor para transformar y agregarle cualidades interesantes al arroz, homogenizando, sus componentes, ya sea en su interior como exterior.

Figura 1. Partes del grano de arroz.



Fuente (Friedmann & Weil, 2010)

7.3. Valoración nutricional.

El arroz es rico en almidón que se compone de amilosa y amilopectina, siendo la proporción de cada una la que determina las características culinarias del producto. A mayores proporciones de amilopectina, mayor viscosidad habrá en los

granos entre sí. Tiene un pequeño aporte de proteína vegetal (7%), y contiene cantidades notables de tiamina o vitamina B1, riboflavina o vitamina B2 y niacina, así como fósforo y potasio. Sin embargo, en la práctica, con su refinamiento y pulido, se pierde hasta el 50% de su contenido en minerales y el 85 % de las vitaminas del grupo B.) (SAG, 2003). Este es uno de los temas que se intenta resaltar, el gran aporte de nutrientes y su pérdida en el proceso, siendo unos de los motivos, por el cual tomar en cuenta el proceso de parbolización.

Esta gramínea monoica y anual, es de crecimiento rápido y con gran capacidad reproductiva adaptada a diversas condiciones de clima y suelo. Es un cultivo que se desarrolla en forma óptima bajo inundación, y está dentro de los cuatro cereales más cultivados en el mundo. (INTA, 2009). Los municipios de Sébaco y San Isidro presentan las condiciones adecuados para el desarrollo de este cultivo lo que atrae el interés para los productores de la zona.

El arroz en Nicaragua se cultiva bajo tres modalidades: Riego, Secano tecnificado y Secano manual. La producción de arroz de secano está en manos de pequeños productores, mientras que el arroz de riego es cultivado por grandes productores.) (INTA, 2009). Las zonas cercanas al trillo San Juan, son productores de arroz con riego.

7.4. Desarrollo del arroz.

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. Este crecimiento tiene un patrón común en el tiempo, que puede variar ligeramente dependiendo de las características genéticas de la planta o de la influencia del ambiente. (SAG, 2003). El desarrollo de la planta de arroz estará determinado por el tipo de semilla y la capacidad de productor o agricultor para su cuidado y cultivo.

El ciclo de vida de la planta de arroz está generalmente comprendido dentro de un rango de 100 a 210 días, con una moda entre 110 y 150 días (SAG, 2003).

Según (SAG, 2003) el crecimiento de la planta de arroz se divide en tres fases:

Fase vegetativa: desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula.

Fase reproductiva: desde la iniciación de la panícula hasta la floración; y

Fase de la maduración: desde la floración hasta la madurez.

El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz son afectados principalmente por la temperatura y la longitud del día.

Una vez formado el embrión, el grano de arroz se ensancha en su base, y más tarde se alarga; la última parte en formarse es la central, donde en algunas variedades puede quedar una banda almidonosa blanca, índice de una maduración imperfecta. (INTA, 2009). Estas imperfecciones pueden ser corregidas con el proceso en estudio, ya que las transformaciones internas en el grano reorganizan los componentes, lo que admite arreglar defectos en los granos. Esta es una de los grandes beneficios que el proceso de parbolización brinda a los productores de arroz.

La confianza de que lotes de arroz marcados por el mercado como inaceptables pueden ser procesados para mejorar su calidad, es meritorio de ser estudiado y contemplado como dentro de las propuestas para el desarrollo de la industria nicaragüense, en el campo tecnológico, de proceso y calidad.

La fase de crecimiento del arroz es un factor externo al proceso, pero que sin duda, está íntimamente relacionado con la calidad del grano, proceso de parbolización, y con la calidad del grano, que es de mucho interés para los productores, porque de su correcto seguimiento y control dependerá su rendimiento.

.Tabla 1. Principales zonas productoras de arroz en Nicaragua.

ZONA / DEPARTAMENTO	TEMP. (°C)	PRECIPIIT. (mm/ciclo)	ALTURA (m.s.n.m.)	MUNICIPIOS
Pacífico Norte (Chinandega y León)	35 - 40	1000-1200	15-60	El Viejo, Chinandega, Chichigalpa, Posoltega, Quezalguaque, Malpaisillo, El Sauce, El Jicaral, La Reynaga, Villanueva, La Paz Centro, Nagarote, León.
Pacífico Sur (Granada, Masaya y Rivas)	30-35	1000-2000	30-100	Diriomo, Nandaime, Malacatoya, Granada, Cardenas, Sapoá, Rivas y Masaya
Las Segovias (Nueva Segovia)	28-35	500-1000	40-200	Teotecacinte, Jalapa
Centro Norte	30-38	500-1500	100-200	Sébaco, San Isidro, El Cua, San José de Bocay
Centro Sur (Boaco y Chontales)	30-38	500-1500	60-150	Boaco, Juigalpa y Camoapa
RAAN	30-38	2000-2500	30-100	Waspan, Siuna, Bonanza, Rosita
RAAS	30-38	2000-2500	60-100	Rama, La Cruz de Río Grande
Río San Juan	30-38	2000-2500	60-100	San Miguel, San Miguelito y San Carlos.

Fuente de la tabla (INTA, 2009)

Las condiciones idóneas que exigen las plantaciones, son muy similares a las de Sébaco y San Isidro, lo que sugiere que el arroz paddy tendrá buena calidad, claro, solo refiriéndose a los factores ambientales, dejando a un lado el papel del productor.

7.5. Producción regional.

Aunque el arroz forma parte de la dieta alimentaria de los centroamericanos, los niveles de cultivo se han mantenido constantes en esta última década con leves variaciones, pero aun así representa un 0.1 por ciento de la producción mundial de arroz, siendo ínfima su participación a nivel global (566 miles de toneladas en el 2007). En la actualidad se están haciendo esfuerzos en la región para incentivar la producción arrocería con el objetivo de autoabastecer la región centroamericana y tratar así de mitigar la actual crisis alimentaria existente. (Rivas A, 2008). Siendo el país un gran productor del grano existe una demanda insatisfecha que los

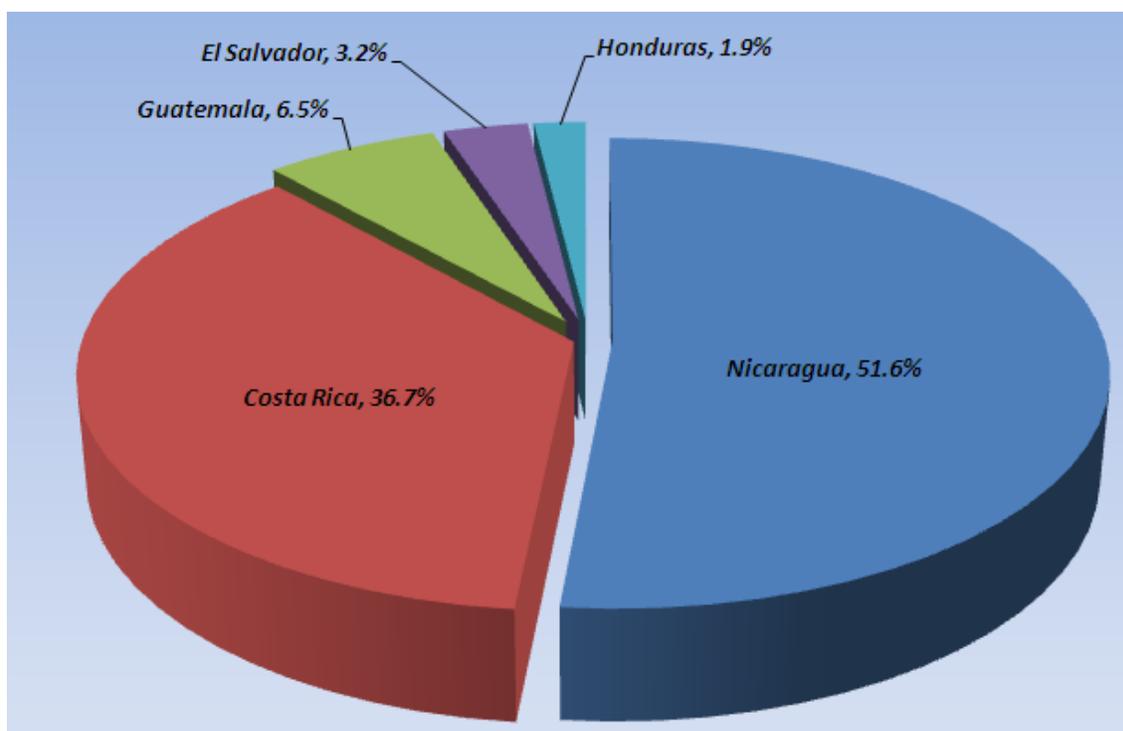
productores no han dado respuesta, a pesar de que en los últimos años ha venido a darse un incremento en la producción del mismo que actualmente está en un 70-75% y el restante se complementa con importaciones provenientes de Estados Unidos, a través del tratado de libre comercio (CAFTA).

Los principales productores de la región son en primer lugar Nicaragua (51.6%), seguido de Costa Rica (36.7%), Guatemala (6.5%), El Salvador (3.2%) y Honduras el (1.9%). (Rivas A, 2008). Esto comprueba que el país cuenta con materia prima solo queda buscar las maneras de agregarle valor.

7.5.1. Importancia de Nicaragua en la producción de arroz en Centroamérica.

La gráfica refleja la importancia de Nicaragua en la producción de arroz en Centroamérica, y deja claro que la producción no es un problema. Pero ¿qué tal la diversificación de los productos? Es tema a tratar y desarrollar, ya que cualquier país, con deseos de crecer, tiene que emprender con acciones que impacten los mercados tal como Chile, que más que deseos, tiene una realidad donde el miedo a invertir e innovar no es una barrera que limita su horizonte.

Gráfica 1. Producción de arroz en Centro América.



Fuente (Rivas A, 2008)

7.5.2. Principales zonas de producción.

El Arroz se cultiva mayoritariamente en los Departamentos de Matagalpa, Río San Juan, Granada y Boaco, los que producen arroz de Riego y de Secano, con una participación del 65% en el total de la producción nacional. (Rivas A, 2008). En este sentido, cabe mencionar que el 46% corresponde a arroz de riego, y que su rendimiento anda entre los 45 y 50 quintales de arroz oro por manzana producida.

7.6. Manejo pos-cosecha del arroz.

Es importante observar el manejo apropiado de la granza de arroz, desde la cosecha hasta la entrega de la misma en el beneficio de arroz, que es donde generalmente se efectúa el secado, para posteriormente beneficiar el grano y ofrecerlo a los consumidores quienes pagan por una buena calidad del producto. (SAG, 2003), aunque el proceso de parbolización no comprende las etapas de desarrollo y manejo pos-cosecha del arroz, están estrechamente relacionadas, en consecuencia es un tema a tomar en consideración, aunque no se estudie a profundidad.

La importancia de un buen manejo pos-cosecha está en que la granza de arroz con humedad, es muy perecedera y por lo tanto vulnerable al daño y el deterioro del grano, pudiéndose perder la calidad del grano que se tenía antes de la cosecha con solamente manejar en forma inapropiada la granza húmeda, lo cual puede conducir inclusive a rechazos, ya sea por excesivo calentamiento, crecimiento de hongos u olores que indican descomposición del grano o granos fermentados o rancios, etc. (SAG, 2003).

Es determinante un buen manejo de la granza húmeda, a fin de mantener o mejorar la calidad de la granza de arroz y no exponerse a mermas por castigo propio o incluso rechazos de la granza. (SAG, 2003).

Por lo anterior se indican las siguientes recomendaciones para mantener la calidad de la granza de arroz a entregar a los beneficios de arroz, calidad que se debe procurar y considerar para cualquier proceso posterior:

1. Antes de la maduración del grano o de efectuar la cosecha, eliminar o entresacar las malezas que puedan contaminar la granza de arroz, principalmente aquellas malezas que dificultan la cosecha o agregan semillas que son difíciles de separar en el beneficio y que por lo tanto bajan la calidad del producto una vez beneficiado el grano. Dentro de estas malezas están las lágrimas de San Pedro, la Campanilla, Arroz Rojo, algunas gramíneas, etc. (SAG, 2003).
2. Programar con suficiente anticipación la cosecha de la plantación, esto incluye asegurarse tener a la mano los sacos en buen estado, agujas, cabuya, el transporte que trasladará la granza al beneficio, etc. (SAG, 2003)
3. Cosechar cuando el grano tenga entre el 22-26% de humedad, Granos cosechados con mayores porcentajes de humedad al indicado, requieren de un mayor costo en el secamiento, además de que se transporta más agua en las entregas a los beneficios. Pero lo más importante es que los arroces cosechados con altos porcentajes de humedad reducen el rendimiento de grano entero en el beneficio y aumenta la cantidad de granos yesosos (debe de recordarse que la granza húmeda es muy perecedera cuando se transporta con alta humedad. (SAG, 2003)

Al igual, la granza cosechada con menores porcentajes de humedad al indicado, también se reduce el rendimiento de grano entero, porque el grano se cuarteo en el campo por el re-secamiento, aparte de que ocurren pérdidas por el desgrane al momento de la cosecha o por el daño de pájaros, etc. (SAG, 2003)

Por otra parte podemos mencionar que la cáscara de arroz supone aproximadamente el 20 % del arroz paddy y es, por su volumen, el mayor

subproducto de la industria arrocera. Debido a su baja densidad aparente, su simple almacenamiento y transporte constituyen un problema grave. (SAG, 2003)

7.7. Industrialización de arroz.

El proceso de industrialización consiste en transformar la materia prima y hacerla apta para el consumo humano, facilitar su conservación y lograr el aspecto requerido para su consumo. En el caso particular del arroz, a diferencia de otros cereales que son molidos para convertirlos en harina, el objetivo es mantener la mayor cantidad posible de granos intactos. La eficacia técnica del proceso de elaboración se juzga por la cantidad de arroz entero obtenido de una cantidad determinada de arroz cáscara. (Friedmann & Weil, 2010). Ante tal reto, el trillo San Juan, utiliza equipos fiables y calibra constantemente para reducir las mermas, pero el rendimiento de granos enteros también depende del manejo durante la cosecha del grano.

El trillo San Juan es una empresa agroindustrial que brinda el servicio de trillado y secado de arroz y otros granos a pequeños y medianos agricultores de los alrededores.

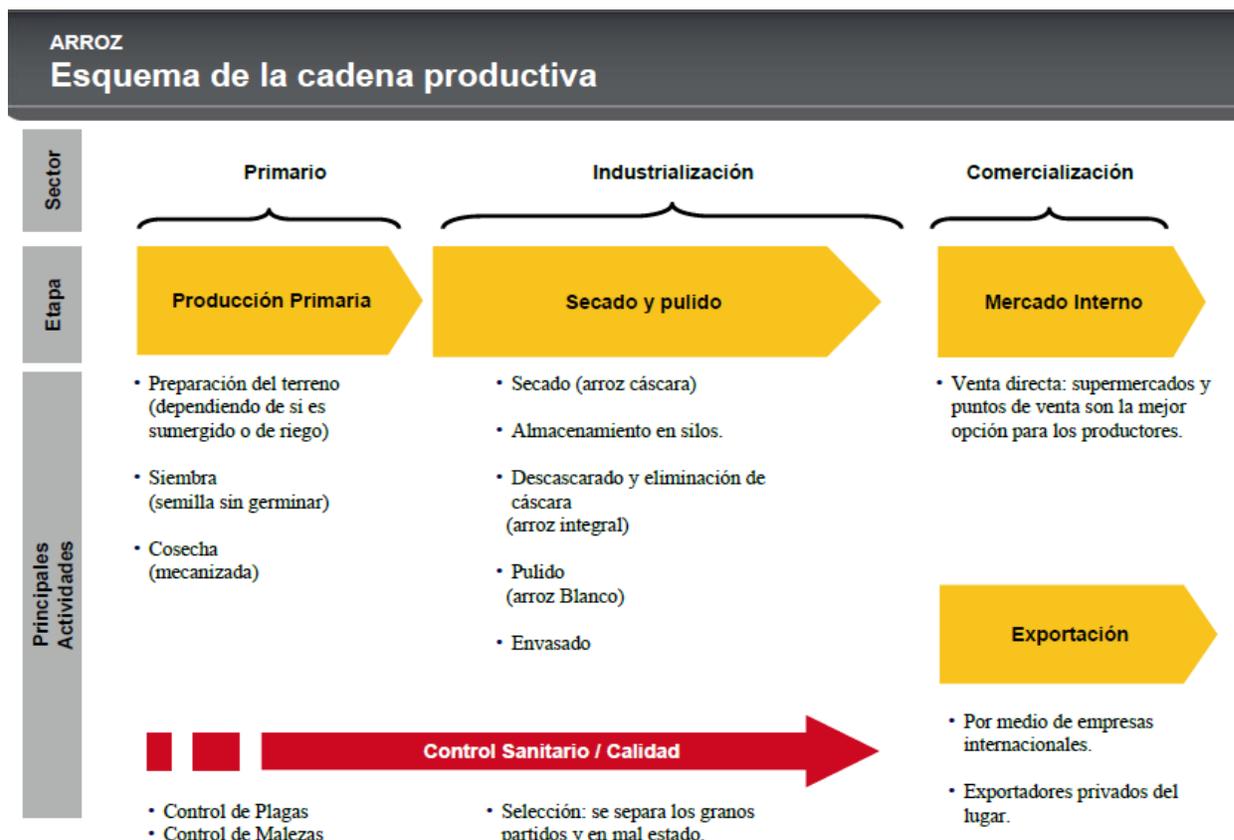
Tabla 2. Características de la empresa.

Características del trillo	
Nombre:	Trillo San Juan
Dirección:	Carretera panamericana Km 116, antes de la entrada a San Isidro, Matagalpa, Nicaragua
Volumen de producción:	Capacidad
	1080 Ton/mes
Área de almacenamiento	Capacidad
	24000qq

Fuente: Elaboración propia.

El proceso propio industrial del arroz está definido por el descascarado, pulido y empaquetado del arroz. En la molienda (proceso industrial) existen dos sistemas de producción: el tradicional (descascarado y pulido de arroz crudo) y el parbolizado. En el trillo San Juan el beneficiado tradicional es aplicado.

.Tabla 3. Esquema de la cadena de productiva del arroz.



Fuente (Informe de mercado sobre productos básicos, 2009)

El esquema anterior muestra la cadena productiva del arroz, aunque el estudio estará centrado en la industrialización, no se puede olvidar los demás componentes de la cadena productiva.

Gráficamente se observa la cadena productiva del arroz, y lo tradicional que es el sector industrial y sus actividades, sus modificaciones al diversificar, tendrán mucha notabilidad en la manera de comercializar el producto y su mercado meta, puesto que la calidad y precio es mucho mayor, por su contenido de nutrientes y cantidad de granos enteros.

Esta cadena productiva es empleada por la mayoría de países productores de arroz, que durante mucho tiempo se resiste al cambio, quizá por la comodidad y

aceptación que el mercado les ofrece, pero que sin duda estas son dos grandes enemigos del desarrollo de cualquier empresa o país.

7.7.1. Etapas previas al beneficiado.

7.7.1.1. Recepción del arroz.

El arroz cáscara es transportado en camiones desde los centros de acopio hasta plantas de parbolización o de beneficiado tradicional descargándolas en tolvas de recepción o donde se disponga un espacio para almacenarla hasta su turno de procesamiento, en esta etapa se toma muestra de la materia prima que se está recepcionando para su posterior aceptación, análisis y evaluación del comportamiento de esta en el proceso. (Picado, 2011). El arribo del arroz en la empresa San Juan, viene acompañado de un muestreo, para conocer su estado de entrada, llevar un mejor control. El dato más importante es la humedad.

El proceso de muestreo del arroz es estandarizado por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, que exige según el tamaño del lote una determinada cantidad de muestras necesarias para que los datos sean válidos. El muestreo será realizado de acuerdo a la siguiente tabla, en función de que una muestra elemental equivale al rango de 1000 a 1300 gramos para el arroz.

Tabla 4. Muestras utilizadas en el control de la calidad del arroz.

Tamaño del lote	Número de muestras elementales a tomar
Semilla a granel	
Hasta 500 Kg.	Tomar 5 muestras elementales al azar
De 501 a 3 000 Kg.	Una muestra elemental cada 300 Kg. pero no menos de 5 muestras elementales
De 3 001 a 21 000 Kg.	Una muestra elemental cada 500 Kg. pero no menos de 10 muestras elementales

Semilla ensacada	
Hasta 5 sacos	Muestrear cada envase y tomar 5 muestras
De 6 a 30 sacos	Muestrear un envase cada tres sacos pero no menos de 5 muestras elementales
De 31 a más sacos	Muestrear por lo menos un envase cada cinco sacos pero no menos de 10 sacos

Fuente: (INTA, 2009)

A cada muestra se le analizará para determinar el porcentaje de humedad, la presencia de semillas de otras especies y en mal estado, esto dará una idea de los resultados finales. El porcentaje de humedad del arroz paddy recomendado a aceptar es de un 60 %, por supuesto mientras más bajo sea mejor ya que apresurará el tiempo para ser beneficiado.

7.7.1.2. Secado.

El arroz en granza que se ha recepcionado es depositado en los patios de secado, las labores son realizadas por obreros con palas de madera que lo remueven constantemente para un secado uniforme. La duración del secado está en relación con la humedad con que se haya recibido el arroz, la humedad idónea para que este pueda pasar a la siguiente etapa es del 13%. (Picado, 2011). En ocasiones de acuerdo al clima o decisión del encargado el secado se acelera con máquinas, en el caso del trillo San Juan posee 3 máquinas secadoras, que acortan el tiempo de secado, y su utilización dependerá de la decisión de los productores, debido a que esta requiere un costo adicional.

Esta etapa del proceso es de gran cuidado, debido a que se corre un gran riesgo de que al grano de arroz le aparezcan fisuras a consecuencia de una exagerada exposición al sol u altas temperaturas, que sequen el grano bruscamente.

7.7.1.3. Parbolización.

Este proceso es opcional, y de ejecutarse, continuaría a la recepción, como se explicará en incisos posteriores. En el caso de trillo San Juan, no ofrece este servicio.

7.7.2. Descripción del beneficiado del arroz blanco o convencional.

7.7.2.1. Pre limpiado.

El propósito de este procedimiento es eliminar las impurezas que el arroz en granza trae originadas en el campo y en el transporte, tales como tallos de planta, bolsas, hilachas de saco, piedras, etc. (Picado, 2011). Las piedras son uno de los mayores problemas, en conjunto con mecates, que pueden atascar otras máquinas, si se dejaran pasar en grandes cantidades.

7.7.2.2. Descascarado o trillado.

En esta operación el objetivo es retirar la cascarilla que cubre al grano, para ello se usará una máquina denominada Descascaradora que actúa sobre el grano usando dos rodillos que giran a gran velocidad mientras el flujo de grano pasa entre ellos. (Bravo, 2005). Este proceso es muy necesario para darle una estética comercial de limpieza, pero tiene un costo de menguar muchas de los componentes del grano. Los rendimientos del arroz en general según la empresa son de 52.2 % del peso total al ser recibido con respecto al producto final.

El trillo cuenta en la actualidad únicamente con una descascaradora lo que ocasiona paros innecesarios en la producción por motivos de mantenimientos.

7.7.2.3. Separación de la cascarilla.

Para separar la cascarilla se usan equipos llamados aventadores o circuitos que por aspiración separan la cascarilla producida en el descascarado dejando libre el arroz, que pasará a la etapa de separación gravimétrica; dicha mezcla tiene un nivel de descascarado de 93% (Picado, 2011). La cascarilla resultante como consecuencia del proceso es de 23.1 % del peso de arroz paddy, esta puede tener diferentes usos, uno de ellos es la venta a agricultores, y la otra, su utilización como combustible para los hornos de las secadoras.

En este caso se consideró se usa una descascaradora con circuito incorporado. Debido a las ventajas que trae su uso como el ahorro de espacio físico, su regulación automática etc.

7.7.2.4. Separación gravimétrica.

Esta operación se llevará a cabo en la mesa gravimétrica o mesa paddy, donde el principio de separación es la diferencia de pesos específicos entre el arroz y el arroz cáscara, los productos de esta separación lo constituyen el arroz y la corriente de retorno, que es en su mayoría arroz cáscara (96%); dicho retorno va hacia la etapa de descascarado. (Bravo, 2005). El subproducto en esta etapa es la puntilla, que son los trozos de granos a consecuencia del descascarado, el porcentaje es de 2.5 %, sus usos son variados, se puede vender como alimento para aves o mezclar y molerlo con la semolina para el mismo fin, pero con un valor mayor.

7.7.2.5. Pulido.

A esta etapa ingresa la corriente de arroz para ser pulido, aquí se obtiene el polvillo o semolina como subproducto y una corriente de arroz pulido que representa la producción directa del lote. (Bravo, 2005). La semolina es almacenada en una bodega paralela a la del arroz pulido, donde se le da un

proceso extra para darle valor agregado al combinarla con la granza en una molienda para su comercialización posteriormente.

El flujo de arroz ingresa a un pulidor abrasivo, una piedra esmeril será la destinada para este fin, con la que realizará el pulido por abrasión, removiendo polvillo de las capas externas del grano integral. (Picado, 2011). Los rendimientos promedios de este producto son del 9 %, este es muy fino y con mucha utilidad para los agricultores.

7.7.2.6. Clasificación.

Esta operación a veces resulta opcional, pero en otros casos resulta factible su uso para separar gran parte del grano partido y dar una buena calidad al producto terminado.

Los equipos utilizados en esta etapa son un separador cilíndrico y cilindros clasificadores o trieurs, que consisten estructuralmente en cilindros con perforaciones en las cuales se alojan fracciones de grano que gracias a la velocidad rotacional son llevados hacia un colector desde donde son transportados separándolos así del producto; en una primera fase se separa los materiales considerados como impurezas o materias extrañas y luego se clasifica el grano partido por fracciones de un cuarto, media y tres cuartos respecto a la longitud del grano. (Bravo, 2005). El rendimiento de los granos no enteros (no incluye puntilla) son de 13 %, en muchos beneficios estos son mezclados con granos enteros para dar crear diferentes calidades según los requerimientos del mercado.

7.7.2.7. Embalado.

En esta operación se da la presentación final al producto que puede ser mediante el uso de balanzas y máquinas cosedoras en sacos de 50 kilos o menos, o

mediante una embaladora automática que brinda la ventaja de envasar el producto en paquetes de 5, 2, y hasta un kilo. En conclusión la etapa del envasado depende del tipo de mercado al que esté dirigido este producto, y por ello puede usar tecnología muy variada brindándole al producto nivel y calidad de presentación. (Picado, 2011). Los sacos son pesados manualmente en unidades de 100 lb.

7.7.2.8. Almacenado.

Las condiciones de almacenado tienen que estar cercanos a los valores recomendados, los cuales son una temperatura y humedad relativa de 10 C° y 55 % respectivamente.

Las semillas al ser almacenadas deben tener una adecuada ventilación, una temperatura no mayor de 30°C y un 60% de humedad; estibadas sobre polines de acuerdo a las especificaciones contempladas en la siguiente tabla:

Tabla 5. Condiciones de almacenamiento del arroz.

Cultivo	Peso máximo de la estiba Kg.	Distancia mínima entre la estiba y la pared	Distancia mínima entre estiba y estiba	Distancia mínima del final de la estiba y el techo
Arroz	12 000 kg.	0,8 m	0,6 m	1 m

Fuente: (INTA, 2009)

7.7.3. Arroz parbolizado.

Es un producto que se logra sometiendo el grano, antes de ser descascarado y pulido a un proceso hidrotérmico, obteniendo de esta manera que las vitaminas y minerales penetren en el grano; con el proceso de secado estas características quedan preservadas beneficiando el consumo final de este producto. Su color varia adoptando un color más amarillento en comparación al arroz blanco convencional (ADF, Agencia financiera de desarrollo, 2009).

La palabra parbolizado deriva de la expresión inglesa “parboiled”, que significa parcialmente cocido. (Friedmann & Weil, 2010)

Según el Codex Alimentarius (2010) el arroz parbolizado puede ser arroz descascarado o elaborado que se obtiene remojando en agua el arroz con cáscara o descascarado y sometiéndolo a un tratamiento térmico, de forma que se gelatinice completamente el almidón, seguido de un proceso de secado.

7.7.3.1. Etapas básicas del proceso.

El proceso de parbolización se basa en un tratamiento hidrotérmico del arroz en cáscara, por la acción solamente del agua y sin ningún agente químico. La parbolización se realiza a través de tres etapas básicas:

- *Encharcamiento:* El arroz en cáscara es colocado en tanques con agua caliente por algunas horas. En este proceso las vitaminas y los minerales que se encuentran en la película y en el germen, penetran en el grano a medida que éste absorbe agua. (Friedmann & Weil, 2010)
- *Gelatinización:* El arroz húmedo es sometido a una temperatura más elevada sobre presión de vapor, ocurriendo una alteración en la estructura del almidón. En esta etapa, el grano se torna más compacto y las vitaminas y los minerales son fijados en su interior. (Friedmann & Weil, 2010)
- *Secado:* En esta etapa, los granos de arroz son secados para su posterior descascado, pulido y selección. (Friedmann & Weil, 2010) . Teniendo como objetivo alcanzar un 13.5 % de humedad.

7.7.3.2. Tipos de parbolizado.

Los métodos de parbolizado podrían ser clasificados en dos grupos: métodos tradicionales y métodos modernos. Los métodos tradicionales consisten en remojo en agua a temperatura ambiental por 24 a 48 horas o más, vaporizado a presión atmosférica y secado al sol, mientras que los modernos desarrollan etapas como el remojo, la vaporización, el secado y temperado del grano todas con parámetros

establecidos y el uso de maquinaria específica. (Bravo, 2005). El método de parbolizado en estudio es el moderno, debido a que lo que se busca o interesa es la producción en grandes volúmenes.

7.7.3.3. *Características del beneficiado de arroz parbolizado.*

Según (Bravo, 2005) Sus características son de apreciable comparación respecto a las propias del arroz blanco, revelando cambios trascendentales de lo conocido en la molinería tradicional.

1. *Mayor calidad del grano.*

El cambio más notable que se produce durante el sancochado es la gelatinización del almidón y la desintegración de cuerpos proteicos en el endosperma. El resultado es que el almidón y las proteínas se expanden y llenan los espacios de aire internos. Las fisuras y las grietas del endosperma quedan cerradas, el grano queda translúcido y se endurece. Ello reduce al mínimo el número de granos quebrados durante la molienda. (Bravo, 2005). La calidad del grano este definida, por la cantidad de granos enteros, la humedad y la cantidad de impurezas, este es uno de las mejores ventajas de aplicar es proceso.

El arroz parbolizado, siendo más duro, requiere más tiempo, fuerza y energía para el pulimento. El salvado o semolina es más pegajoso, eso puede atorar la pulidora, porque el contenido de aceite del salvado en el arroz sancochado es aproximadamente del 20 a 30%, frente al 15 a 20% en el salvado del arroz crudo. (Bravo, 2005). Pero en contraste el arroz blanco, el pulido no tiene que ser tan acentuado en el grano, puesto que, el color en interior como en el exterior es el mismo.

1. *Mayor contenido de nutrientes.*

Se ha demostrado que las vitaminas B solubles en agua abundan más en el arroz parbolizado elaborado que en el arroz crudo elaborado. (Bravo, 2005). Estudios acerca de la Tiamina muestran que durante el proceso de parbolizado 50 a 90 % de la Tiamina en el embrión y el salvado se transfieren al interior del endosperma

por lo que puede ser obtenido un arroz parbolizado elaborado con un alto contenido de Tiamina. Esto muestra por qué los habitantes de las regiones donde el arroz parbolizado constituye la dieta diaria gozan de muy buenas condiciones físicas y de salud. (Bravo, 2005). Es una vitamina fundamental en los procesos metabólicos en general y la transformación de los azúcares lo que viene a ser el arroz ideal para personas con diabetes, obesidad entre otros.

2. Almacenamiento sostenible del arroz.

La dureza y compactación del endosperma mejoran la calidad de almacenamiento del arroz procesado ya que es menos susceptible a absorber humedad. Las pérdidas de vitaminas B durante el almacenamiento son menores en arroz parbolizado que en arroz crudo y, por ser más duro, es más resistente al ataque de insectos durante el almacenamiento. (Bravo, 2005). Los arroces blancos tienen un tiempo de vida de 6 meses, mientras que el arroz parbolizado dura cerca de año y medio.

3. Menor tiempo de cocción.

Durante la cocción, el arroz sancochado se expande más a lo ancho, pero no a lo largo, que el crudo. Muestra una blancura aceptable una vez cocido, aunque el arroz parbolizado no cocido suele tener un color amarillento. La textura del arroz sancochado cocido es más escamosa que la del arroz no tratado. Los granos siguen separados, en lugar de glutinosos, y se pierde menos almidón en el agua de cocción. Estos factores se ven influidos por el grado de gelatinización del almidón en el grano durante el proceso de parbolizado. (Bravo, 2005). Además el arroz parbolizado ya ha recibido tratamiento térmico en la gelatinización, entonces, esto resulta en un menor tiempo de cocción.

7.7.3.4. Ventajas del beneficiado de arroz parbolizado.

El mismo presenta una serie de ventajas desde el punto de vista culinario, industrial y nutritivo. Estas se pueden resumir en las siguientes:

1. *Culinarias*

- a) El arroz parbolizado no se pega, manteniendo su forma si es cocinado por más tiempo. Esto permite preparar comidas y recalentarlas, manteniendo el mismo aspecto. (Bravo, 2005). En dicho sentido, no queda por así decirlo “mamoso” lo que le da una mejor presentación.
- b) Pierde menos sólidos en el agua de cocción, aumentando hasta 3 veces su volumen al cocinarlo.

2. *Industriales*

- a) Desde el punto de vista industrial actúa como un soldador de granos. Aquellos granos que por diferentes motivos, ya sea por problemas en el cultivo o en el primer secado, se han quebrado, al gelatinizarse el almidón se recomponen, dándole mayor valor económico. Esto hace que generalmente la industria busque aquellos lotes más quebrados para ser parbolizados. (Bravo, 2005). En consecuencia, mejora los rendimientos.
- b) Al gelatinizarse el almidón desaparecen los granos yesados (granos con centros blancos), por lo que se pueden destinar lotes de arroz con % altos de este defecto a parboilizarse. (Bravo, 2005)
- c) El grano resultante es muy duro, por lo cual difícilmente es atacado por insectos. Permanece por períodos largos de almacenamiento, sin cambiar su sabor ni su olor. No registra pérdidas de nutrientes durante su almacenamiento. (Bravo, 2005).
- c) *Nutritivas y económicas.*

Según bravo (2005), el arroz parbolizado tiene las siguientes ventajas.

- a) Mayor tenor de vitaminas y minerales hidrosolubles que pasan desde las capas externas al centro del grano durante el proceso. Las vitaminas son del complejo B, niacina, riboflavina y tiamina, vitaminas que intervienen en el metabolismo de los hidratos de carbono para la generación de energía, además de cumplir un rol importante en el funcionamiento del sistema nervioso. Los minerales son el Calcio, Potasio, Magnesio y Selenio.

- b) Presenta un Índice Glucémico más bajo que el arroz común, lo que significa que la liberación de glucosa en sangre es más lenta por lo cual es un alimento recomendado por la American Diabetes Association para aquellas personas que deben tener una dieta controlada. Esto se debe a los cambios estructurales que se producen al almidón al gelatinizarse.

- c) Presenta alta digestibilidad por lo cual está recomendado en la alimentación del adulto mayor y de los niños

- d) Existe una gran diferencia entre el contenido de vitaminas del arroz parbolizado y el arroz blanco común. Esta diferencia es más del doble.

- e) Los granos se endurecen, adquiriendo gran resistencia, razón por la cual los granos quiebran menos durante el proceso.

- f) Debido al grado de limpieza que es sometido el arroz parbolizado, el producto con cáscara no contiene impurezas. Así mismo se obtiene una mejor capacidad de almacenamiento en silos o almacenes destinados a conservar el arroz

- g) La pérdida de nutrientes durante el lavado (en casa) es reducida.

- h) El salvado de arroz parbolizado contiene más aceite, el cual es relativamente estable para el desarrollo de otros productos.

- i) También se ha podido comprobar que por repetidos análisis efectuados con diferentes tipos de arroz parbolizado, se obtiene de 10 % a 15 % más de granos enteros. Económicamente hablando, se multiplica el aumento de arroz entero y el arroz quebrado, es multiplicado este resultado por el número de kilos a ser pasados por el proceso de parbolización, y se puede verificar una gran ventaja resultado de este último. Los granos previamente clasificados en el campo (yesados y opacos) en su mayoría son vulnerables en el proceso de beneficio del arroz no parbolizado.

Algunos, en tanto, se quiebran en pequeñas partículas, en el proceso de beneficio de arroz parbolizado, apareciendo como quebrados, en vez de polvillo, representando un mejor valor económico. Casi todos estos granos clasificados continúan manteniéndose como granos enteros, sin que se quiebren.

d) Comerciales.

- a) El arroz parbolizado pulido aumenta hasta 5 % en su peso, en el rendimiento general, en comparación con el mismo tipo de grano descascarado y pulido por un proceso común.
- b) La cantidad que granos que se quiebran se reduce al 10% como máximo del total del rendimiento general del arroz al ser descascarado y pulido.
- c) El arroz parbolizado consigue mejores precios, por su mayor poder nutritivo resultante de la introducción en el grano con cáscara de vitaminas, proteínas y minerales existentes en el germen y en polvillo por el proceso de parbolización.
- d) Al aumentar el poder nutritivo, el arroz parbolizado posee otras ventajas sobre el arroz común, tales como:

2. Mejor aspecto debido a la eliminación de granos con panza blanca
3. Mayor valor en venta en el mercado, a causa de mayor rendimiento de granos enteros durante su beneficio
4. Es posible adquirir en el mercado tipos de arroz en cáscara más baratos, pues no importa que estén malos o dañados por la forma inadecuada del secado, puede que estén manchados o ardidados.
5. Durante el proceso de maceración y su posterior vaporización con aplicación de presión, el almidón contenido en el arroz se torna gelatinoso, se consigue así mismo eliminar la opacidad del grano, tiza, panza blanca, también se consigue mayor dureza después de seco, posibilitando a que se quiebren en una proporción mucho menor durante el proceso de pulimento.

e) Sociales.

- a) La principal ventaja social es la referida a la prevención de enfermedades como el beri-beri y otras causadas por la desnutrición, esto gracias a la mejora de la dieta común de la población, que disminuiría la tasa de desnutrición y además la de mortalidad. Reflejándose un mayor nivel de salud en la población.
- b) Mejoras en los programas nacionales de distribución de alimentos, que brindarían este producto a los pueblos menos favorecidos.
- c) Mejora del nivel industrial de los molinos de arroz, debido a los conocimientos y tecnologías adquiridas con este proceso que dan a este sector industrial ventajas apreciables para la inversión extranjera y negociación internacional.

- d) Apertura de una nueva cadena comercial que involucra al arroz parbolizado y a sus subproductos, esto genera de por si inversión y más trabajo para la población tanto profesional como no calificada.

7.7.3.5. Descripción del proceso de parbolización

1) Pre-limpieza.

El arroz recepcionado pasa a través de un elevador de cangilones a la máquina de pre-limpieza, donde se separan las impurezas mayores, grano vano y polvo, este arroz pre-limpado es enviado a través de un elevador de cangilones a silos u tolvas para su almacenamiento y posterior procesamiento. (Bravo, 2005). Este proceso no es diferente que el que se realiza en el beneficiado, pero importante para apartar todo tipo de material objetable.

2) Remojo.

El paddy limpio es transportado hasta tanques de remojo, el ingreso del arroz se realiza mediante compuertas automáticas comúnmente ubicadas sobre la tapa del tanque u equipo destinado a la actividad. Una vez puesto el arroz dentro de tanques se abren las válvulas que permitirán el ingreso del agua de remojo. Esta agua es previamente calentada en un tanque con serpentín hasta una temperatura adecuada, mediante la inyección de vapor. Una vez dentro del tanque y en contacto con el grano, la temperatura asciende hasta llegar al equilibrio deseado para el remojo, que es de 70 °C. Para lograr mantener esta temperatura durante todo el periodo de remojo se mantiene una recirculación de agua caliente, con el objetivo de reponer el calor perdido a través de las paredes del tanque. (Bravo, 2005). Las instalaciones de la empresa no cuenta con tanques diseñados para este etapa, pero si con el suficiente espacio para construirlo. La duración del remojo es de 1.5 horas y la utilización de agua con temperaturas altas tiene

como propósito reducir el tiempo del proceso, y mejorar la gelatinización del grano.

Incrementando así la humedad del grano hasta 30% como mínimo, necesaria para la perfecta gelatinización del almidón de arroz. Después de finalizada la etapa de remojo se abren las válvulas para el drenado del agua (Bravo, 2005). El grado de contaminación de las aguas es nulo y sin ningún problema para dirigirla al medio ambiente.

3) Gelatinización.

En esta operación el arroz se transporta hacia una tolva dosificadora de la autoclave, luego se abre una válvula rotatoria y se procede a la carga de este, a la vez que se abre otra válvula que permitirá el ingreso del vapor para la aplicación de calor al arroz remojado. Concluido el periodo de vaporizado se abrirá la válvula para aliviar la presión dentro del autoclave. (Bravo, 2005). El cuidado y control son necesarios en este paso, para que el grano adquiera las características ya mencionadas.

El final de esta etapa se estima un adecuado rendimiento, que ronda 2 % de granos no gelatinizados (Bravo, 2005), según la calidad con que se hayan hecho los procedimientos anteriores. Este porcentaje también dependerá de las características de las máquinas a utilizar.

La humedad que el grano alcanza al final de esta etapa es cercana a 34 %, La descarga del arroz se realiza mediante una válvula rotatoria que se ubica generalmente en el fondo del autoclave, enviándolo hasta el transportador que lo conducirá hasta la primera etapa de secado. (Bravo, 2005). Sin duda la humedad es un factor clave dentro del proceso, se está variando sus porcentajes a menudo y las mediciones deben ser constantes para su control.

4) Pre-secado.

El primer período de secado se realizará a alta temperatura (en estado cauchoso del grano) en un secador continuo de lecho fluidizado. Reduciéndose así el contenido de humedad del arroz hasta un 18%. (Bravo, 2005).

5) *Secado.*

El secado continuará a baja temperatura en un secador intermitente o también en patio. Este segundo periodo dura cerca de cuatro horas y con él se reducirá el contenido de humedad del arroz hasta un porcentaje de 13%, el que se considera óptimo para su almacenamiento y beneficiado. (Bravo, 2005).

El secado es uno de los procesos más críticos, porque ya sea según el medio que se utilice (patio o secadoras) los lotes de arroz deberá tener rasgos y característica homogéneas. Todo producto tiene características físicas, químicas y organolépticas, que en este caso han sido modificadas a propósito, para diversificar y mejorar la calidad, pero en muchas ocasiones en los trillos descuidan la exposición del arroz a fuentes de calor(sol o en las secadoras), modificándolas considerablemente, debido a que las temperaturas altas con lapsos de tiempo prolongados, evaporan bruscamente el agua llevándose consigo muchos de los nutrientes ya mencionados, variando su olor, sabor y color.

7.7.3.6. *Proceso de beneficio de paddy parbolizado.*

Este proceso tiene como materia prima al arroz cáscara parbolizado secado a 13% de humedad proveniente del proceso de parbolización. Los procedimientos de beneficiado es el mismo que el arroz blanco.

7.7.4. *Principales factores a cambiar en el procesamiento del arroz.*

Los recursos necesarios para procesar el arroz son la tecnología, instalaciones y mano de obra, por esto, son los identificados y señalados a sufrir modificaciones.

El proceso en general, debe tener una sistematización y flujo lógico al utilizar y organizar los elementos mencionados, de manera que trabajen con eficiencia y sencillez.

La materia prima es un elemento importante, y su relación con el proceso de parbolizado es muy estrecha, en realidad no se utilizará una específica variedad de arroz, sino que solo se diferenciará si es de grano grande o pequeño, por de esto depende la temperatura en el remojado.

7.7.4.1. Proceso productivo.

Un proceso implica el uso de los recursos de la organización para producir algo de valor. Ningún servicio puede prestarse y ningún producto puede fabricarse sin un proceso. La estructura del proceso determina como se diseñaran los procesos en relación con los tipos de recursos necesarios, la repartición entre estos y sus características. (Krajewsky, Ritman, & Malhotra, 2008). Los recursos agregados (mano de obra, maquinaria e instalaciones) por el nuevo proceso, cambiaran los flujos de materia prima y la secuencia de etapas, requiriendo de métodos para lograr ajustar, relacionar y organizar cada factor, creando un nuevo proceso.

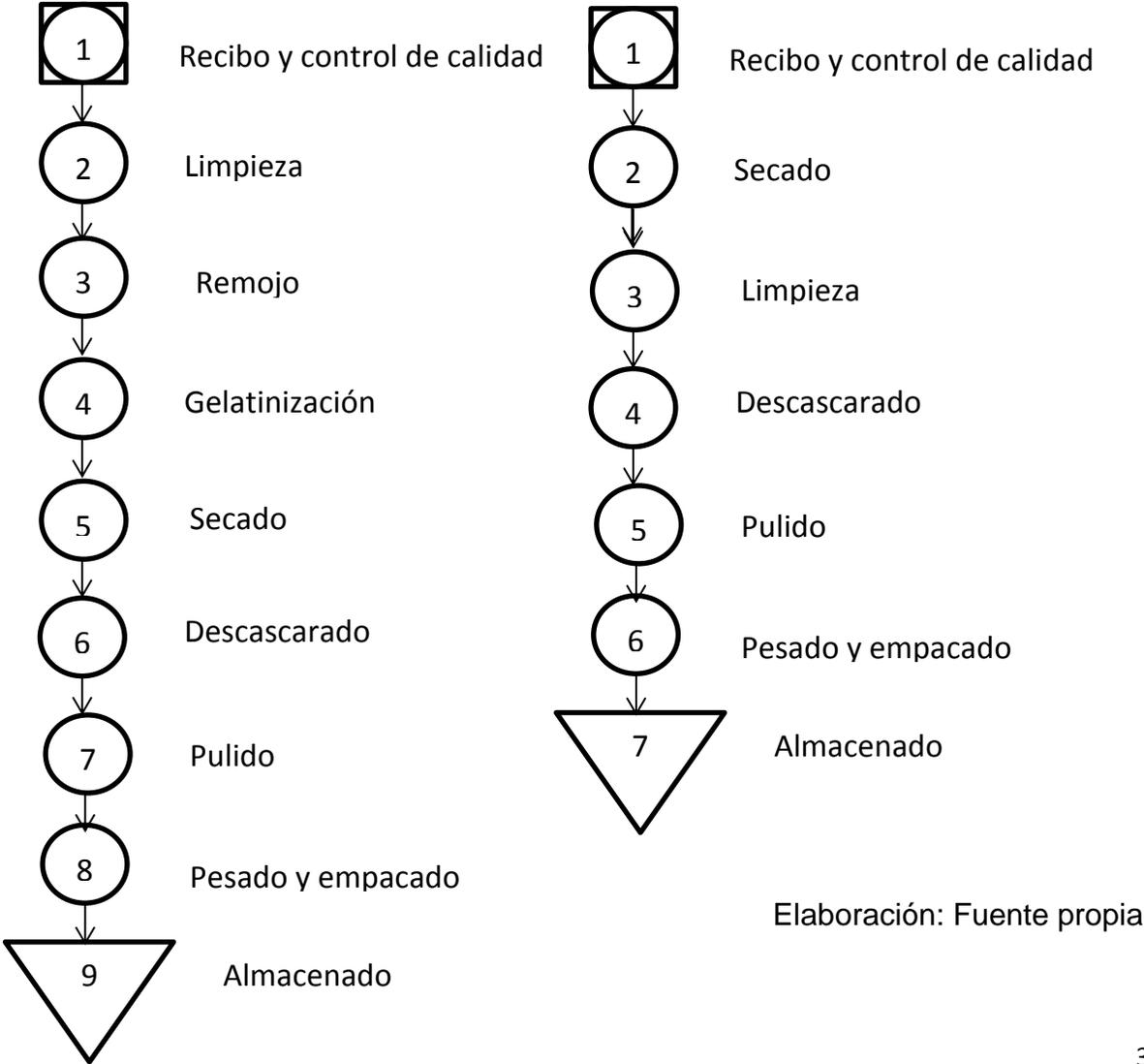
La complejidad del proceso está en el número de pasos requeridos para ejecutar el proceso. Mientras que la divergencia del proceso es el grado en el cual el proceso está muy personalizado con considerable flexibilidad en cuanto a cómo se realiza. (Krajewsky, Ritman, & Malhotra, 2008). En la mayoría de los beneficios, la cantidad de operarios de las máquinas son reducidos a uno solo, debido a que estás trabajan en una secuencia programada, y los recursos humanos se utilizan para el transporte del arroz en granza o beneficiado.

El enfoque del estudio no es cambiar drásticamente el servicio que ofrece la empresa, en otras palabras, no es crear un sistema productivo que beneficie arroz parbolizado en su totalidad, sino más bien, que tenga la capacidad y flexibilidad de beneficiar tanto arroz parbolizado como arroz blanco, a causa de que los

mercados son tan diversos, sería arriesgado pensar solo en arroz parbolizado, además como ya es mencionado, la cultura gastronómicas nicaragüense, no está acostumbrada a consumir este tipo de producto.

La secuencia de actividades para obtener arroz parbolizado y arroz blanco están siendo contrastadas en la gráfica 2, para facilitar la comprensión de los cambios en el proceso, y su posterior análisis y repercusión con las demás variables. La lógica utilizada es de definir en primer plano el proceso para luego identificar los cambios que a simple vista no son grandes, pero modifican significativamente las máquinas a utilizar, mano de obra directa y las instalaciones.

Gráfica 2. Flujo general del proceso de parbolización y beneficiado del arroz.



7.7.4.2. Tecnología.

A continuación se mencionan la maquinaria y equipos necesarios para el beneficiado del arroz blanco utilizados en el Trillo San Juan.

1. Tolvas
2. Pre limpiadora
3. Separadora o meza paddy
4. Zarandas
5. Elevador de cangilones
6. Secadora tipo cascada(opcional)
7. Descascaradora
8. Colector de polvos
9. Clasificadora por color
10. Dosificadora
11. Máquina de coser costales
12. Empacadora

Algunas herramientas como calador de costales, charola, sonda de alveolos y rastrillo, son utilizadas en procesos de control y secado del arroz.

7.7.4.2.1. Factores relevantes que determinan la adquisición de equipo y maquinaria

Cuando llega el momento de decidir sobre la adquisición de equipos y maquinarias, se deben tomar en cuenta una serie de factores que afectan directamente la elección. La mayoría de la información que es necesario recabar será útil en la comparación de varios equipos y también es la base para realizar una serie de cálculos y determinaciones posteriores.

A continuación se menciona toda la información que se debe recabar y la utilidad que esta tendrá en etapas posteriores. (Baca Urbina, 2001)

- a) Proveedor: Es útil para la presentación formal de las cotizaciones.
- b) Precio: Se utiliza en el cálculo de la inversión inicial.

- c) Dimensiones: Dato que se usa al determinar la distribución de la planta.
- d) Capacidad: Este es un aspecto muy importante, ya que, en parte, de él depende el número de máquinas que se adquiera. La cantidad y capacidad de equipo adquirido debe ser tal que el material fluya en forma continua.
- e) Flexibilidad: Esta característica se refiere a que algunos equipos son capaces de realizar operaciones y procesos unitarios en ciertos rangos y provocan en el material cambios físicos, químicos o mecánicos en distintos niveles.
- f) Costo de mantenimiento: Se emplea para calcular el costo anual del mantenimiento. Este dato lo proporciona el fabricante como un porcentaje del costo de adquisición.
- g) Consumo de energía eléctrica: Sirve para calcular este tipo de costos. Se indica en una placa que traen todos los equipos, para señalar su consumo en watts/hora.
- h) Infraestructura necesaria: Se refiere a que algunos equipos requieren alguna infraestructura especial (por ejemplo, la alta tensión eléctrica), y es necesario conocer esto, tanto para preverlo, como porque incrementa la inversión inicial.
- i) Equipos auxiliares: Hay máquinas que requieren aire a presión, agua fría o caliente, y proporcionar estos equipos adicionales es algo que queda fuera del precio principal. Esto aumenta la inversión y los requerimientos de espacio.
- j) Costo de los fletes y de seguros: Debe verificarse si se incluyen en el precio original o si debe pagarse por separado y a cuánto ascienden.
- k) Costo de instalación y puesta en marcha: Se verifica si se incluye en el precio original y a cuánto ascienden.
- l) Existencia de refacciones en el país: Hay equipos sobre todo los de tecnología avanzada, cuyas refacciones solo pueden obtenerse importándolas. Si hay problemas para obtener divisas o para importar, el equipo puede permanecer parado y hay que prevenir esta situación.

7.7.4.3. *Mano de obra.*

Una de las decisiones más importantes en la gestión del personal es si habrá de tener una mano de obra flexible o no. Los miembros de una mano de obra flexible son capaces de realizar múltiples tareas, ya sea en sus propios puestos de trabajo o desplazándose de un lugar a otro (Krajewsky, Ritman, & Malhotra, 2008).

Los requisitos para gestionar y ejecutar este proceso son tener conocimientos en termodinámica, control de la calidad y manejo y procesos de transformación de materia prima, habilidades que un ingeniero industrial o agroindustrial poseen, son profesionales que entienden las transformaciones físicas y químicas que ocurren en el parbolizado, agregando un operario con un nivel académico a lo mínimo bachillerato que opere las máquinas, el control de los equipos estará centralizado en una cabina, donde el proceso se observa y vigila.

7.7.4.4. *Instalaciones.*

7.7.4.4.1. *Distribución de la planta.*

Una buena distribución de planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite las operaciones más económicas a la vez que mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar para los trabajadores. (Krajewsky, Ritman, & Malhotra, 2008).

Tipo de proceso y sus características.

Cualquier que sea la manera en que este hecha una distribución de planta, afecta el manejo de los materiales, la utilización del equipo, la productividad de los trabajadores. La distribución está determinada en gran medida por:

- 1) El tipo de producto (ya sea un bien o un servicio, el diseño del servicio y los estándares de calidad) (Krajewsky, Ritman, & Malhotra, 2008). En el caso de Trillo San Juan, ofrecen el servicio de beneficiar arroz.

- 2) El tipo de proceso productivo (tecnología empleada y materiales que se requieren)
- 3) El volumen de producción (tipo continuo y alto volumen productivo o intermitente y bajo volumen de producción).

7.7.4.4.2. Tipo de distribución.

Distribución por proceso agrupa a las personas y al equipo que realizan funciones similares y hacen trabajos rutinarios en bajos volúmenes de producción. El trabajo es intermitente y guiado por órdenes de trabajo individuales (Baca Urbina, 2001). La empresa trabaja según el orden de llegadas de los lotes.

7.7.4.4.3. Método de distribución.

La distribución de una planta debe integrar numerosas variables interdependientes. Una buena distribución reduce al mínimo posible los costos no productivos como el manejo de materiales y el almacenamiento, mientras que permita aprovechar al máximo la eficiencia de los trabajadores. (Baca Urbina, 2001). Las áreas de las plantas deben de ser distribuidas de modo que la fluidez de los materiales sea lo más continuo posible.

El objetivo de las distribuciones por proceso, es reducir al mínimo posible el costo del manejo de materiales, ajustado al tamaño y modificando la localización de los departamentos de acuerdo con el volumen y la cantidad de flujo de los productos (Baca Urbina, 2001). Aunque en principio este es el objetivo general de las distribuciones de planta, las alteraciones del proceso al adicionar otros, lleva ubicar y designar los espacios para cada nueva actividad, tomando en cuenta una correcta fluidez y desempeño de las actividades.

Los métodos para realizar la distribución por proceso o funcional son el diagrama de recorrido y el SLP (Systematic Layout Planing).

7.7.4.4.3.1. Método SLP.

Para que el método SLP tenga éxito, se requieren una serie de datos sugeridos por Richard Muther. Los primeros datos que se deben conocer son P, Q, R, S y T, que por sus siglas en inglés significan: P, producto, con todas sus especificaciones, las cuales se declaran desde el principio de la evaluación. Q (quantity), cantidad de producto que se desea elaborar. R (route), secuencia que sigue la materia prima dentro del proceso de producción. S (supplies), insumos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo. T, tiempo que es la programación de la producción (Baca Urbina, 2001).

Después de tomar en cuenta el flujo de materiales y la relación de actividades que se tienen en las operaciones del proceso de producción. Con estos datos ya es posible aplicar el método SLP. Una vez que se ha desarrollado el método se verifica el espacio requerido y se le compara con el espacio disponible. Para proyectar el espacio requerido, es necesario calcular las áreas para todas las actividades de la planta (Baca Urbina, 2001). Por esto que se necesita las dimensiones de las máquinas, para así efectuar los ajustes necesarios se llegaron a determinar la distribución definitiva de las instalaciones de la planta

Figura 2. Simbología internacional del método SLP.

Letra	Orden de proximidad	Valor en líneas
A	<u>A</u> bsolutamente necesaria	=====
E	<u>E</u> specialmente importante	===== ===== =====
I	<u>I</u> mportante	===== =====
O	<u>O</u> rdinaria o normal	=====
U	<u>U</u> nimportant (sin importancia)	=====
X	<u>X</u> ndeseable	=====
XX	<u>XX</u> uy indeseable	=====

Fuente: (Baca Urbina, 2001)

Gráfica 3. Matriz diagonal (diagrama de correlación) que se utiliza en el método SLP.

Departamento		Área m ²							
Recepción de materiales	1	20							
Almacén M.P.	2	50	A						
Armado	3	85	A	E					
Fabricación	4	100	A	I	A				
Almacén P.T.	5	60	A	I	U	U	I	U	
Oficinas	6	40	E	I	X	U	U		
Sanitarios	7	15	U	E	X	X	U		
			U	U	X				
			O						

Fuente: (Baca Urbina, 2001)

De acuerdo con Baca Urbina (2001) El método puede desarrollarse en los siguientes pasos:

1. Construya una matriz diagonal como la mostrada en la fig. y anote los datos correspondientes al nombre del departamento y al área que ocupa. Observe que la matriz tiene la forma que por medio de ella están relacionados todos los departamentos de la empresa.
2. Llene cada uno de los cuadros de la matriz (diagrama de correlación) con la letra del código de proximidades que se considere más acorde con la necesidad de cercanía entre los departamentos.
3. Construya un diagrama de hilos a partir del código de proximidad.
4. Como el diagrama de hilos debe coincidir con el de correlación en lo que se refiere a la proximidad de los departamentos, y de hecho ya es un plano, este se considera la base para proponer la distribución.
5. La distribución propuesta es óptima cuando las proximidades coinciden en ambos diagramas y en el plano de la planta.

Ambos métodos se realizan por prueba y error.

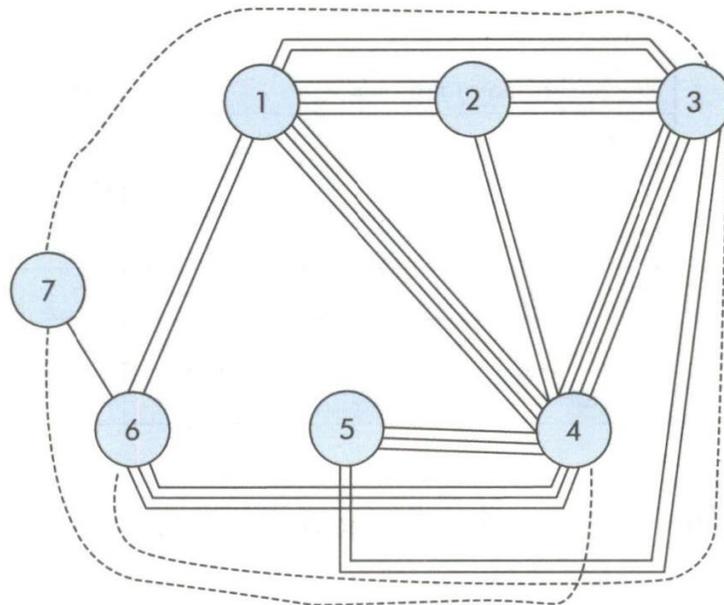
Por último, se menciona que el método empleado para proponer distribuciones por producto es el balanceo de líneas, que consiste en alinear las actividades de

trabajo secuencial en módulos de servicio para obtener la máxima utilización de mano de obra y de equipo. Las actividades de trabajo compatibles entre sí se combinan en grupos que consuman aproximadamente el mismo tiempo, lo cual se hace sin violar las relaciones de procedencia.

7.7.4.4.3.2. Diagrama de hilos que se emplea en el método SLP.

El período de trabajo (o de operación) que tiene disponible cada componente en un módulo o estación de trabajo es el tiempo de ciclo, entendido también como el lapso que tarda un producto en abandonar una línea de producción. Si el tiempo requerido en algún módulo excede al que tiene disponible un trabajador. Este método tiene la desventaja de que en los cálculos no incorpora las contingencias normales que surgen en un proceso de producción continuo.

Gráfica 4. Diagrama de hilo.



Fuente: (Baca Urbina, 2001)

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación referida al tema “El proceso de parbolización del arroz” es de tipo descriptiva y analítica, aunque en nuestro país no se ha implementado este tipo de tecnología para darle valor agregado al producto, se pretende describir el proceso, a fin de divulgar los beneficios inherentes en la aplicación del proceso de parbolizado al beneficiado de arroz.

Se aplicará el método científico, realizando las siguientes etapas: La selección de un problema en estudio, recolección de datos, formulación de preguntas directrices y presentación de resultados; a fin de plantear las conclusiones con sus respectivas recomendaciones, dando respuestas a las interrogantes planteadas.

La investigación se desarrollará en el municipio de San Isidro-Matagalpa, específicamente en el Trillo San Juan, los datos predominantes son de carácter cuantitativo con algunos cualitativos, y estará basada en estudios previos y documentación científica relacionada con países latinoamericanos.

Según lo descrito la profundidad de la investigación será no experimental, y corte transversal ya que la recolección de datos se realiza en una sola ocasión en un solo tiempo.

8.1. Técnica de investigación.

El estudio tiene por componentes una parte teórica y otra práctica, que consistirá en la recolección de información mediante el análisis de la bibliografía para luego compararla con la información obtenida del análisis de entrevista al administrador de la empresa y la observación directa de los procesos actuales con el fin de profundizar en conocimiento, y así cumplir con los objetivos relacionando la realidad con la teoría.

La consulta de bibliografías es fundamental para sustentar cada una de las conclusiones y realizar la investigación lo más científica posible.

Los factores principales a estudiar son la mano de obra, nueva tecnología, proceso de producción del arroz y las instalaciones, estas son de interés debido a que son las más afectadas por los cambios proyectados.

Los instrumentos son las entrevistas con preguntas cerradas y abiertas, diagramas, planos, libros de referencia e internet. Los diagramas y gráficos tienen por objeto mejorar la comprensión del sistema productivo actual ya que al anotar los procesos y dividirlos en etapas, se notan mejor los detalles, para luego determinar los cambios requeridos, por el proceso y tecnología añadida.

8.2. Población y muestra.

La entrevista se realiza al ingeniero industrial encargado del Trillo San Juan, ya que domina aspectos técnicos y administrativos de la empresa brindando información relevante en el cumplimiento de los objetivos.

8.3. Procedimiento para la recolección de datos en la entrevista y observación directa:

1. Solicitar permiso al encargado del Trillo San Juan.
2. Una vez admitidos y autorizados, visitar las instituciones.
3. Aplicar instrumentos de investigación.
4. Registrar la información.
5. Ordenar, analizar e interpretar los datos.
6. Concluir acerca de la información obtenida.

8.4. Procesamiento de la información recopilada de las fuentes de información:

1. Organizar los datos.
2. Análisis e interpretación de los datos.
3. Concluir según los objetivos.

Las herramientas que se utilizaron para el procesamiento de la información son Microsoft Word, Excel, Visio y AutoCAD.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

8.1. Proceso de Producción.

8.1.1. Capacidad de producción de arroz parbolizado.

El diseño de procesos empezó con la consideración de que antes de que se pueda alcanzar una definición sobre el proceso productivo, ha de conocerse el volumen de producción, planificado en base al procesamiento de arroz en la empresa, para luego empezar el proceso de planeación y diseño de instalaciones que incluye la configuración de la planta en términos de productividad y eficiencia.

Según la pregunta 4 en la entrevista (anexo 14) el Trillo San Juan tiene una capacidad de procesamiento de 70 quintales/horas de arroz paddy, y volúmenes de procesamiento mensuales que promedian 23,760 quintales equivalente a 1,080 toneladas (22 quintales= 1 tonelada). La capacidad de procesamiento de arroz parbolizado tiene que calcularse en función de la demanda, pero esta información es el resultado de un estudio de mercado, no contemplado dentro de los objetivos, porque implica el análisis de incontables variables, se decidió, estimar que un 20 % equivalente a 216 ton/mes de los volúmenes mensuales de procesamiento de arroz paddy se pueden destinar a la producción de arroz parbolizado.

Para determinar las capacidades de procesamiento que deben tener cada máquina se tomó en consideración el crecimiento de los volúmenes de producción, según el Banco Central de Nicaragua la tendencia de crecimiento económico en el país para los años venideros es del 4%, por lo tanto se decidió utilizar los equipos a un 72% de su capacidad, basándose en que la demanda de arroz parbolizado determinada crecerá a ese ritmo, tomándole 3 años luego de un inicio de producción, igualar la utilización idónea de las máquinas que es de 80%.

Este es un producto con un importante crecimiento en los mercados internacionales, por las grandes ventajas de sus atributos nutritivos y comerciales,

ahora bien, en Nicaragua no es comercializado en grandes cantidades, pero puede ser un producto estrella para exportar y mejorar la dieta alimenticia de la población nicaragüense.

8.1.2. *Propuesta de proceso de Parbolización.*

8.1.2.1. *Etapas previas al beneficiado y parbolizado del arroz*

1. *Recepción, almacenamiento y análisis de muestra.*

El proceso inicia con la recepción del arroz paddy (arroz con cáscara) a la planta procesadora, luego el muestreo del producto entrante, es importante para llevar un control y registro, además evitar la posible entrada de plagas que puedan contaminar los demás lotes. El análisis de la humedad es crítico para estimar los tiempos de secado, aunque mientras menor es la humedad mejor serán los rendimientos, ya que el grano perderá menor peso al secarse.

Según la empresa el área destinada para almacenar arroz es de 748 m² con capacidad de 24,000 quintales, por lo tanto se dispone de espacio e infraestructura para almacenar el producto. Las maneras de almacenar el arroz son en sacos o a granel agrupados en las bodegas y su transporte depende de la circunstancia, es decir si está en sacos, estos son cargados hasta la tolva de inicio, si es a granel se utiliza carretillas o camiones. En ocasiones el arroz es almacenado en instalaciones ajenas a la empresa, por lo tanto, el arroz paddy al llegar a la empresa es transportado a la planta procesadora para su inmediato inicio, esto depende de la programación de producción.

2. *Secado.*

El secado del arroz, es un etapa importante tanto para el beneficiado como el parbolizado, generalmente el arroz llega a los establecimientos con un alto porcentaje de humedad. El método de secado no se someterá a discusión ya que lo único importante es que el arroz tenga la humedad de 13.5 % antes de ser

parbolizado o trillado, y el método empleado depende de la decisión del productor, es de resaltar que la empresa tiene una área de secado en sol de 6,307 m².

3. Almacenamiento.

Luego de ser secado, el arroz se almacena, directamente es beneficiado o parbolizado, esto depende de la planificación de la producción.

4. Pre-limpieza.

El arroz recibido pasa a través de un elevador de cangilones a la máquina de pre-limpieza, donde se separan las impurezas mayores, grano vano y polvo, éste es depositado luego a una tolva que dosifica arroz al elevador de cangilones 2 de los tanques de remojo. (Ver plano 2)

Es recomendado evitar almacenamientos de materia prima entre procesos tal como una tolva dosificadora, ya que en la medida que el proceso es continuo, se acrecienta la productividad, pero se concluyó que diseñar un proceso bajo este concepto en este caso implica la compra de máquinas con altas capacidades, que se traduce en inversiones costosas.

La pre-limpiadora y los elevadores 1 y 2 trabajan simultáneamente durante una hora y media luego de iniciar el proceso, tomándole 45 minutos limpiar el suficiente arroz para llenar el tanque de remojo; a partir del tercer cuarto de la segunda hora la pre –limpiadora no tiene otro tanque de remojo al cual alimentar, por lo tanto la tolva dosificadora 1 aunque siempre el arroz pasa por ella, en ese momento empieza a almacenar temporalmente el arroz hasta que el tanque 1 termine y descargue el arroz remojado a la siguiente etapa (ver tabla 6). Si analizamos las circunstancias, utilizar una máquina con mayor capacidad disminuye el tiempo de utilización por debajo del 50%, por lo que haría el trabajo en menor tiempo, no teniendo mayor relevancia ya que el volumen de producción es bajo, en el caso contrario de una máquina con menor capacidad prolongaría el tiempo total del proceso ya que retrasaría el inicio del tanque de remojo y las

demás etapas, que tienen tiempos definidos como la gelatinización con media hora, condicionando las demás (ver tabla 6).

.En cuanto a la idea de buscar procesos continuos obviando etapas de espera en el flujo de materia prima, es un concepto que se debe batallar para hacerlo efectivo, pero en la realidad hay ocasiones en las que es conveniente utilizar espacios para el almacenamiento temporal de la materia prima, a causa de que hay otros factores importantes tales como el tiempo, eficiencia y el dinero.

En cuanto al elevador de canjilones 2 tiene la capacidad de regular el flujo de transporte para llenar el tanque de remojo en 15 minutos. En el inicio del proceso el elevador trabaja en sincronía con la máquina pre-limpiadora.

8.1.2.2. Proceso de parbolización del arroz.

5. Remojo.

El método de remojo utilizado en el tanque de remojo es por aspersión, que tiene por característica incrementar paulatinamente la humedad, asimismo estimula la actividad enzimática que provoca el reordenamiento de los componentes del grano.

Las válvulas de entrada de agua caliente son abiertas para que interactúen con el arroz y se inicie el proceso durante una hora y media, esta es previamente calentada por serpentines integrados en la máquina. Esta máquina hace fluir agua caliente a 70 °C hacia arriba para luego descender verticalmente pasando por el arroz, al llegar al punto bajo está ha liberado calor, por tanto vuelve a pasar por los serpentines para luego ser elevada y realizar un ciclo, que garantice que la temperatura permanezca constante, incrementando la humedad del grano hasta un 30% aproximadamente.

Podemos decir que en esta etapa se presentan la misma problemática que en la pre-limpieza, uno de los escenarios es si recurrimos a usar un tanque con mayor capacidad este empezaría más tarde a funcionar, porque le tomaría más tiempo a

la pre-limpiadora llenar el tanque, si usamos 3 tanques, la utilización de cada máquina y el tiempo total del proceso disminuye, por igual, pero la inversión se incrementa, no solo en la compra, sino también se requiere más espacios de trabajo complicando la planeación y desarrollo de procesos.

De manera que se decidió utilizar 2 tanque de remojo, porque es el equilibrio entre la utilización del tiempo y fluidez de materiales.

Se concluyó que aunque el arroz en ocasiones es recepcionado con una humedad de 30%, el remojo siempre es necesario, aunque sugiere a simple vista, evitarlo previo a la gelatinización, debido a que ya contiene la humedad necesaria, sin embargo, el incremento de la humedad y exposición al calor debe ser simultáneos, para obtener buenos resultados logrando una transformación química y física en el grano por medio de la estimulación de la actividad enzimática incrementando la temperatura, provocando como resultado una reestructuración de los componentes químicos, que a su vez cambian las características físicas y organolépticas.

Tabla 6. Condiciones de remojo.

Temperatura y duración del proceso según el tamaño del grano.		
Condiciones del proceso	Temperatura (Co)	Tiempo
Remojo	70 grano largo 61 grano corto	2 hr.

Fuente: (Mercosur, 2011)

Posteriormente al remojado, las válvulas de salida son abiertas y el arroz es depositado en cazuelejas que son trasladadas en una banda transportadora, por supuesto, el agua es separada antes y durante su transporte. El trabajador coloca 10 cazuelejas en un estante móvil, al llenarse se trasladan a la siguiente etapa.

6. Gelatinización.

La transición entre este proceso y el anterior se realiza manualmente, porque el arroz tiene que ser depositado en cazuelejas, siendo 20 la capacidad del

autoclave, con el objetivo de permitir al vapor entrar en contacto con la mayor cantidad de arroz posible, la distancia vertical entre cada cazueleja es de 5 cm; este proceso dura 30 minutos, una vez terminado el periodo de vaporización se abre la válvula para liberar presión.

El autoclave procesa el arroz del tanque de remojo 1 y 2, tiene que esperar a que ambos terminen, no se utilizan 2 autoclaves por la problemática expuesta en la etapa anterior en cuanto a los incrementos en los tiempos de proceso y la preocupación en tiempo de uso de los equipos.

La humedad resultante de esta etapa, es cercana al 35%. Para agilizar el proceso de transición, se utilizan 40 cazuelejas, la mitad es utilizada en el autoclave, y las demás son llenadas en el remojo, así, al terminar el proceso, el arroz remojado esté listo para ser introducido en el autoclave.

7. Secado.

Antes de iniciar el secado se recolectan muestras de arroz gelatinizado para determinar el porcentaje de humedad adquirido y con esto el periodo de secado. La secadora vertical destinada para este proceso, reduce la humedad hasta 13.5 % ideal para su comercialización y almacenamiento.

8. Almacenamiento final.

Al finalizar el arroz parbolizado es almacenado en la empresa hasta que el productor lo retire de las instalaciones.

8.1.2.3. Proceso de beneficiado del arroz parbolizado.

Las etapas de beneficiado en esencia son las mismas, pero ya que las propiedades del grano cambian, hay que realizar algunos ajustes y calibrar la máquina de pulido, pues el arroz parbolizado es mucho más denso, resistente y con más contenido de aceite que el arroz blanco, en consecuencia el pulido es más superficial, porque de lo contrario la máquina se atasca, provocando retrasos.

La semolina con menos material nutritivo y con más contenido de aceite, es un sub-producto que cambia, pero sigue teniendo los suficientes nutrientes y la misma utilidad como la semolina normal. La cascarilla de arroz no cambia y sigue teniendo por igual la misma utilidad.

8.1.2.4. Nivel de automatización de los procesos.

Para los ingenieros la automatización es necesaria porque desplaza el trabajo manual y reduce el esfuerzo del operario, a la vez contribuye a aumentar la productividad. Para el sociólogo la automatización aumenta la lista de problemas para los trabajadores en cuanto a que se reduce la mano de obra requerida. Para el ergonomista la automatización es la esencia de la combinación entre las funciones del hombre y la máquina.

Se debe mantener claramente identificada la división en los procesos de manufactura (qué sí y qué no automatizar) pero manteniendo un compromiso entre los componentes humanos y mecánicos esenciales para los sistemas productivos.

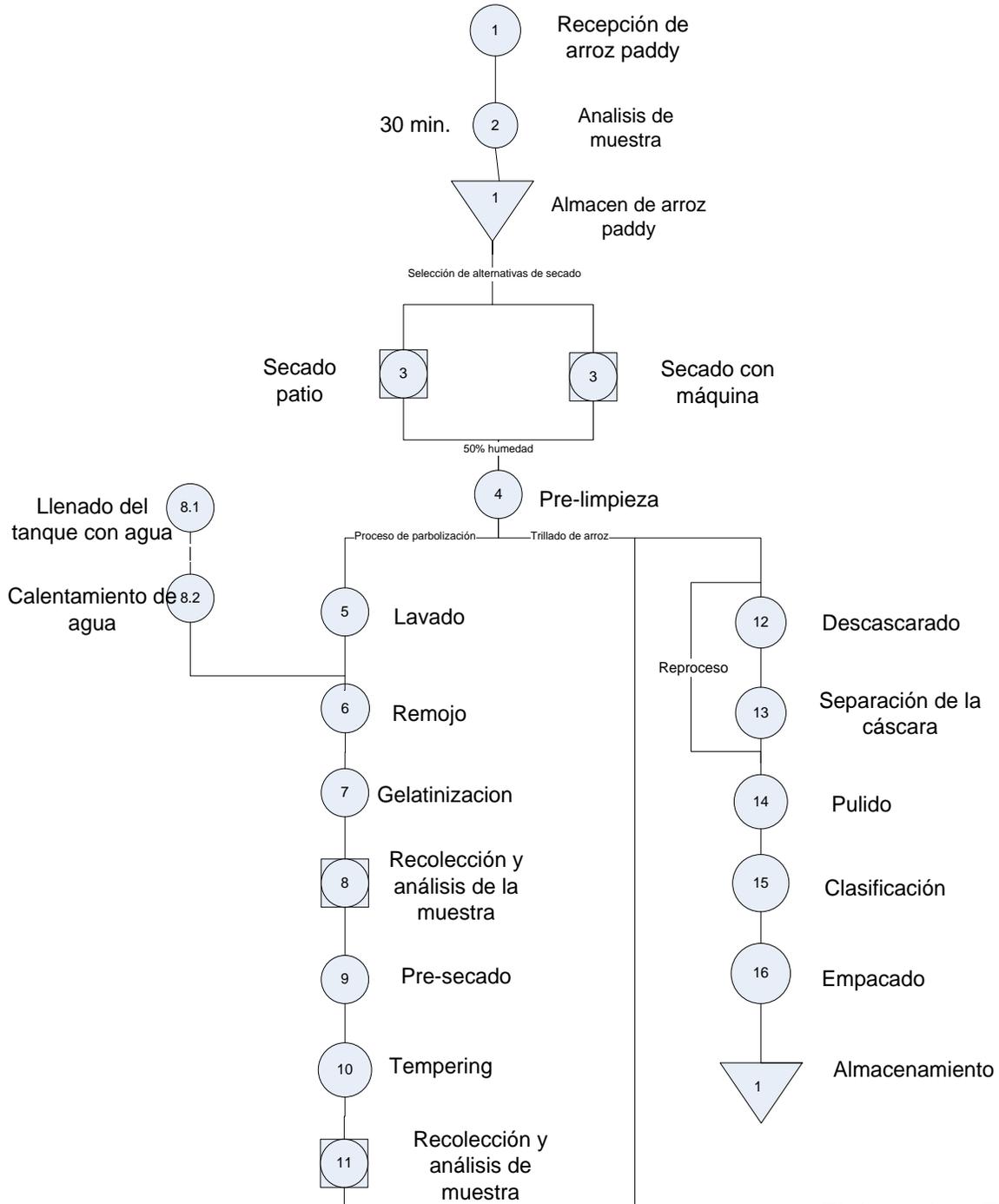
Aunque la participación de las máquinas en el proceso es muy importante, el ser humano tampoco deja de serlo, como ya definimos, éstas serán operadas por personas, como resultado, el proceso es semiautomático, ya que no se desliga extremadamente de la supervisión y control humano.

En la gráfica 5 se muestra un diagrama del proceso propuesto para el Trillo San Juan, en la cual podemos ver al proceso de parbolización y beneficiado del arroz como conjunto, además refleja a la parbolización del arroz como una alternativa y complemento del sistema productivo de dicho grano.

En añadidura la tabla 6 muestra la utilización de la maquinaria durante el proceso.

Gráfica 5. Diagrama de Proceso de Operaciones

Descripción: Propuesta de beneficiado y parbolización de arroz en Trillo San Juan



Elaboración: Fuente propia

Tabla 6. Cronograma de utilización de maquinaria.

Máquinas	1				2				3				4				5					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Elevador de canjilones 1 (Tolva entrada-Pre-limpiadora)																						
Pre-limpiadora																						
Tolva dosificadora 1																						
Elevador de canjilones 2 (pre-limpiadora-Tanques)																						
Tanques de remojo.1			C									D	c							d	c	Descanso
Tanques de remojo.2					C										d	c						
Banda transportadora Tanque-Autoclave																es						
Autoclave																			d			
Tolva dosificadora 2																						
Banda transportadora (Autoclave-Secador)																						Descanso
Secador vertical																						

Máquinas	6				7				8				9				10				Eficiencia	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Elevador de canjilones 1 (Tolva entrada-Pre-limpiadora)																						56%
Pre-limpiadora																						
Tolva dosificadora 1																						
Elevador de canjilones 2 (pre-limpiadora-Tanques)							d															56%
Tanques de remojo.1	d	C							D													56%
Tanques de remojo.2																						
Banda transportadora Tanque-Autoclave	D												C									18.75%
Autoclave																						
Tolva dosificadora 2																						
Banda transportadora (Autoclave-Secador)	D											D	C									56%
Secador vertical																						

D= descarga de la máquina

C= carga de la máquina

Elaboración: Fuente propia

8.2. Tecnología

8.2.1. Cálculo de capacidades de equipos.

Generalmente en la selección de máquinas se toma en consideración el costo y capacidades de los equipos que ofrecen las fábricas, en este caso se contactó a la empresa AGRIMAQ , quien provee maquinaria para el procesamiento de arroz según sus necesidades de producción, y en función de la capacidad de procesamiento de arroz fijada en 8.64 ton/ día , ellos recomendaron las dimensiones y características de los equipos utilizados en el proceso de parbolizado, incluyendo una cotización, del costo de una planta de arroz parbolizado.

A continuación se efectúan los cálculos de las capacidades para los equipos en el proceso de parbolización del arroz.

1. Pre-limpiadora.

La metodología de cálculo consiste en dividir la producción por día entre el producto de porcentaje de utilización del equipo por el tiempo de la jornada de trabajo, dando como resultado el flujo de arroz que la máquina procesa en una hora, tal como se ilustra en la siguiente ecuación.

$$\text{Flujo de entrada de arroz} = \frac{8.64 \text{ ton}}{(8 \text{ horas})(0.5625)} = 1.92 \text{ ton/hora}$$

Habiendo determinado el flujo de arroz, el cálculo de la capacidad será el resultado de dividir éste entre el porcentaje de utilización de la capacidad del equipo.

$$\text{Capacidad requerida del equipo} = \frac{1.92 \text{ ton/horas}}{0.72} = 2.67 \text{ ton/hora}$$

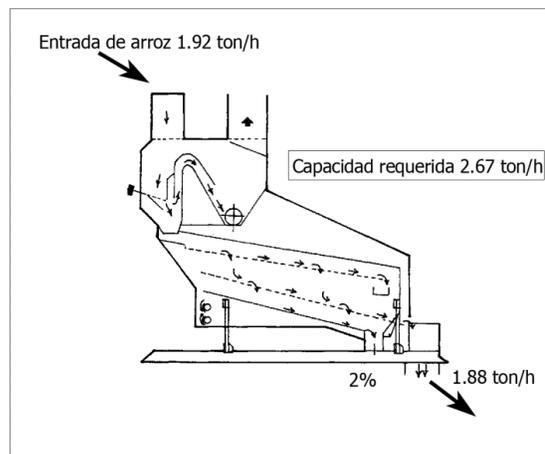
El resultado es la capacidad que la máquina debe tener. Basados en la información recopilada, el 2 % del peso representa basura o materiales no deseados, es necesario también conocer este dato para cálculos posteriores. Este

% no están exacto, debido a que la cantidad de basura entre el arroz será determinada según su origen, pero según los expertos en la materia este porcentaje es el más cercano a la realidad.

Por lo que el arroz de entrada no es el mismo al de salida, en la siguiente ecuación se sustrae el porcentaje de basura que se estima para el arroz.

$$\text{Salida de arroz paddy} = (1.92)(1 - 0.02) = 1.88 \text{ ton/hora}$$

Figura 3. Prelimpiadora



Fuente propia

2. Tanque de remojo.

Según la figura 4 los tanques de remojo se utilizan 3 veces cada uno

Ya que a la máquina pre-limpiadora le toma 45 minutos procesar el suficiente arroz para llenar el tanque, entonces la cantidad de arroz que se procesa en el tanque es igual a multiplicar el flujo de salida de la maquina anterior por los tres cuartos de hora.

$$\text{Cantidad de arroz por tanque} = \left(1.88 \frac{\text{ton}}{\text{h}}\right)(0.75) = 1.41 \text{ ton}$$

La cantidad requerida no es más el resultado de dividir el resultado anterior entre el porcentaje de utilización.

$$\text{Capacidad requerida de equipo} = \frac{1.41 \text{ ton}}{0.72} = 1.96 \text{ ton.}$$

La humedad del producto al final de este subproceso es de 30%, pero antes de determinar el flujo de salida, determinamos la cantidad de arroz sin humedad que es igual a multiplicar el flujo de entrada por 86.5 %, ya que los granos tienen un 13.5% de humedad, conociendo así la cantidad de arroz sin humedad.

$$\text{Arroz paddy sin humedad} = (1.41 \text{ ton})(1 - 0.135) = 1.22 \text{ ton}$$

Por lo tanto el flujo de salida es de 1.74 Ton como consecuencia de dividir el arroz sin humedad entre 70%.

$$\text{Salida de arroz paddy} = \frac{1.22 \text{ ton}}{(1 - 0.3)} = 1.74 \text{ ton}$$

Proporción de agua 1:1

La cantidad de agua utilizada es en la misma proporción que la del arroz, expresada en kilolitros en la siguiente ecuación.

$$\text{Entrada de agua} = 1.41 \text{ ton} \times 1 = 1.41 \text{ Kl}$$

$$(1 \text{ ton} = 1,000 \text{ kg}; 1\text{kg} = 1\text{lt})$$

$$(1\text{Kl} = 1,000 \text{ Litros.})$$

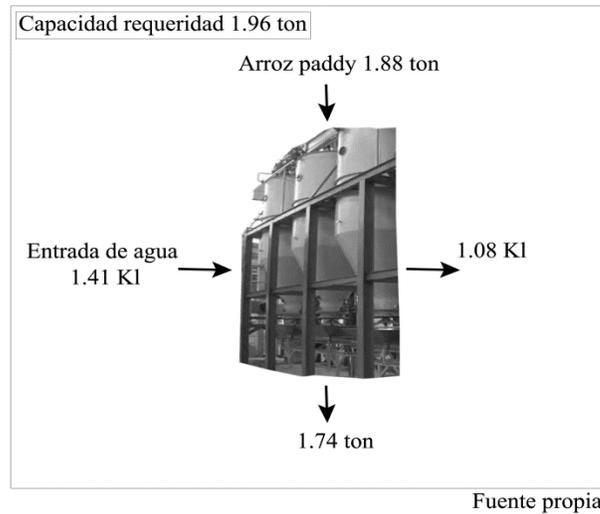
Por tanto el agua aportada al proceso es igual a la diferencia entre el flujo de salida del tanque de remojo menos la cantidad de arroz sin humedad.

$$\text{Agua aportada al arroz} = 1.74 - 1.41 = 0.33 \text{ Kl}$$

Entonces la salida de agua es igual a la diferencia entre la entrada de agua menos el agua aportada.

$$\text{Salida de agua} = 1.41 - 0.33 = 1.08$$

Figura 4. Tanque de remojo



3. Gelatinización.

La metodología de cálculo es la misma, de dividir el flujo de arroz entre el porcentaje de utilización de la capacidad de la máquina. En este caso el flujo de entrada es igual a la suma del flujo de salida del tanque de remojo 1 y 2

$$\text{Capacidad requerida del equipo} = \frac{1.74 \text{ ton}}{0.72} = 2.42 \text{ ton}$$

$$\text{Salida de arroz paddy} = \frac{1.22 \text{ ton/hora}}{0.65} = 1.876 \text{ ton}$$

Figura 5. Autoclave



4. Secadora vertical.

En esta etapa el arroz parbolizado es sometido a secado con aire caliente, proveniente del horno, en donde el producto sube y baja a una velocidad moderada mientras es secado por el aire calentado, en el manejo del mismo debe ser cuidadoso debido a la fragilidad del estado gelatinoso en que se encuentra, siempre con el objetivo de bajar su humedad hasta un 13.5% que es lo ideal.

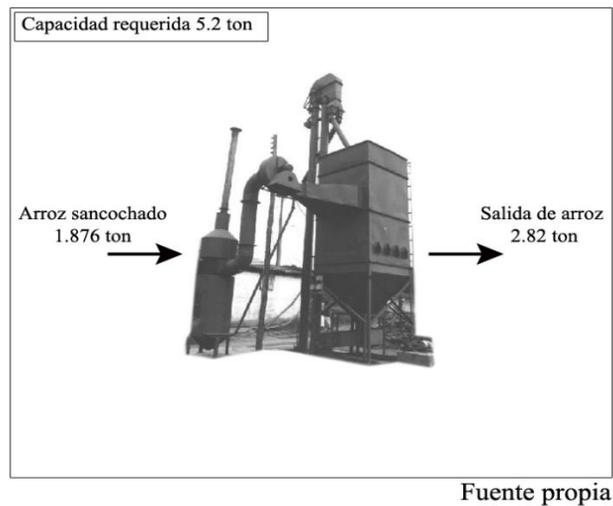
$$\text{Capacidad requerida del equipo} = \frac{3.75 \text{ ton}}{0.72} = 5.2 \text{ ton}$$

Como en el autoclave puede procesar el arroz que contiene el tanque e remojo 1 y 2, entonces, para calcular el arroz sin humedad en esta etapa multiplicamos por dos la cantidad de arroz hallada en la etapa de gelatinización.

$$\text{Arroz sin humedad} = (1.22 \text{ ton})(2) = 2.44 \text{ Ton.}$$

$$\text{Salida de arroz} = \frac{2.44 \text{ Ton.}}{0.865} = 2.82 \text{ Ton}$$

Figura 6. Secadora vertical



Fuente propia

8.2.2. Análisis de los equipos utilizados.

El buen diseño del proceso depende de la capacidad, nivel de utilización de los equipos y fluidez continua de la materia prima durante toda la jornada laboral,

como se determinó la jornada diaria de trabajo dura 8 horas, con el detalle que para la autoclave y secadora el trabajo inicia 2 horas luego que el proceso empieza con la pre-limpiadora. Además se consideró la recomendación de que una máquina no debe trabajar más del 80% de su capacidad.

La utilización de equipos con mayores capacidades significaría, acumulación temporal de grandes cantidades de arroz, para poder aprovechar sus capacidades con un porcentaje adecuado, conjuntamente, aunque el tema económico no se toma en amplia consideración, equipos con capacidades superiores son más costos proporcionalmente, y una utilización muy baja del tiempo, debido a que los tiempos de trabajo se acortan, pero el tiempo de ocioso es muy alto.

De aquí se concluyó que adquirir equipos de mayor capacidad, equivale a almacenamientos temporales y equipos ociosos. Otra dificultad es que el cálculo de las capacidades requeridas de las máquinas forman parte de un diseño teórico, en consecuencia, se consultó con la empresa RCMAGGLOBAI que tiene como actividad económica la producción de equipos arroceros, datos técnicos de máquinas con las capacidades requeridas, y con su experiencia y habilidad de fabricar máquinas según las necesidades del productor, facilitaron la información resumida en los cuadros posteriores, justificando de que ellos son capaces de fabricar equipos con tales requerimientos, así como también proponiendo un costo para la inversión.

8.2.3. Características de los equipos utilizados.

Tabla 7. Equipos especializados en el proceso de parbolización.

Máquinas especializadas	Potencia	Dimensiones	Demanda de agua	Número de máquinas.	Capacidad instalada.
Pre-limpiadora	3.5 hp	2.1 m x 1.2 m x 1.5 m		1	2.67 ton/hora
Tanque de remojo 1	2 Hp	1.5 m x 1.5 m x 4 m	4.23 Kilolitros	2	1.96 ton
Tanque de remojo 2	2Hp				
Autoclave	2 Hp	1.8 m x 2 m x 1.8 m	0.8	1	2.42 Ton

			Kilolitros		
Secadora vertical (elevador de secado interno)	5 Hp	2.1 m x 2.1 mx 6 m		1	5.2 Ton.

Elaboración: Fuente propia

Tabla 8. Mecanismos de transporte utilizados en proceso de parbolización.

Mecanismo de transporte	Potencia	Dimensiones	Número de máquinas.
Elevador de canjilones 1	2 Hp	0.2 m x 0.35 m x 3.5 m	1
Elevador de canjilones 2	3 Hp	0.2 m x 0.35 m x 4.5 m	1
Banda transportadora Tanque-autoclave	2 Hp	1 m x 5 m x 0.8 m	1
Banda transportador (autoclave-secador)	2 Hp	1 m x 5 m x 0.8 m	1

Elaboración: Fuente propia

Tabla 9. Equipos auxiliares en el proceso parbolización.

Otros	Potencia	Dimensiones	Número de máquinas.
Ventilador y horno	6 Hp	2.5 m x 2.8 m x 2.1 m	1
Tanque de agua cruda (bomba)	3.5 Hp	1.5 m x 1.5 m x 3 m	1
Compresor de aire	3.5 Hp	0.8 m x 1.2 m x 0.8 m	1
Suavizador de agua	1 Hp	0.5 m x 0.5 m x 1m	1
Tanque de agua suave (bomba)	3.5 Hp	1.5 m x 1.5 m x 2 m	1

Elaboración: Fuente propia

8.2.4. Consumo de energía de los equipos

La suma de potencias requeridas por las diferentes máquinas es de 41 Hp, y de la relación de que 1 Hp=0.746 KW, se obtiene que,

$$\text{Potencia de entrada requerida} = 41 \text{ HP} \times 0.746 \text{ KW} = 30.58 \text{ KW}$$

Esta es la capacidad requerida para que las máquinas tengan la energía suficiente para trabajar, pero también se tomó en cuenta la recomendación de que el transformador trabaje a un 85% de su capacidad, evitando problemas y preocupaciones.

$$\text{Potencia de entrada recomienda} = \frac{30.58 \text{ KW}}{0.85} = 36 \text{ KVA}$$

Como resultado el transformador para estas máquinas tendrá una capacidad de 36 KW.

8.3. Mano de obra.

8.3.1. Cálculo de necesidades de personal.

Antes de considerar las diferentes clases de personal técnico requerido para las operaciones, es necesario subrayar la importancia de la experiencia en la gerencia, que funciona eficientemente en base a planes de producción establecidos, y ejecutados con la mayor seriedad posible. Se reconoce la necesidad de un personal de planta capacitado jugando un papel clave el personal dirigente. En este caso por medio de la entrevista realizada al encargado del trillo, se llegó a la conclusión que la dirección de la empresa cuenta con un ingeniero Industrial que reconoce todos los conceptos de producción y calidad de los procesos, por lo tanto, el miedo al cambio por parte de la gerencia, no es un factor tan importante debido a que conoce todos los conceptos de fondo que conlleva el reto en cuestión.

Es de gran importancia en las operaciones ya sean estas en gran escala o en pequeña, la planeación de programas de capacitación, teniendo en consideración las necesidades de la industria.

En la tabla 10 se muestra las actividades generales que se determinó que realizará el personal encargado del área de parbolización.

Se concluyó que se requiere de 4 personas para el correcto funcionamiento del proceso, de los cuales 2 operarán la pre-limpiadora y el remojo, y los demás la autoclave y secadora.

Tabla 12. Necesidad de personal.

Operación	Medio utilizado	Número de máquinas.	Cantidad de obreros
Pre-limpieza	Pre-limpiadora	1	2
Remojo	Tanques de remojo.	2	
Gelatinización	Autoclave	1	2
Secado	secadora vertical	1	

Elaboración: Fuente propia

Es importante señalar que los operarios no necesitan estudios superiores obligatoriamente, a lo menos haber terminado su secundaria, ya que con capacitaciones se les brindará el suficiente conocimiento para su correcto desempeño.

Aunque el operario no necesite conocimientos tan avanzados es importante proponer un jefe de área titulado en Ingeniería de Alimentos, para que controle los procesos y asegure la calidad e inocuidad del producto final, sumado a la gerencia, provoquen un mejoramiento continuo.

8.4. Instalaciones.

8.4.1. Distribución de planta.

Para encontrar la mejor configuración de la áreas de trabajo, en principio se ubicó la planta procesadora de arroz parbolizado dentro de la empresa, relacionando su cercanía con los demás áreas a través del diagrama de relaciones en el anexo 9.

Tratar de ubicar un área nueva de trabajo, presenta muchas dificultades ya que las demás están diseñadas y localizadas según la lógica de trillo de arroz blanco, siendo como procesos básicos el secado, trillado y almacenado.

Fundamentalmente la instalación se posicionó dentro del área de secado en sol, considerando que debe estar cerca del trillo y el depósito de cascarilla de arroz, para aligerar los procesos.

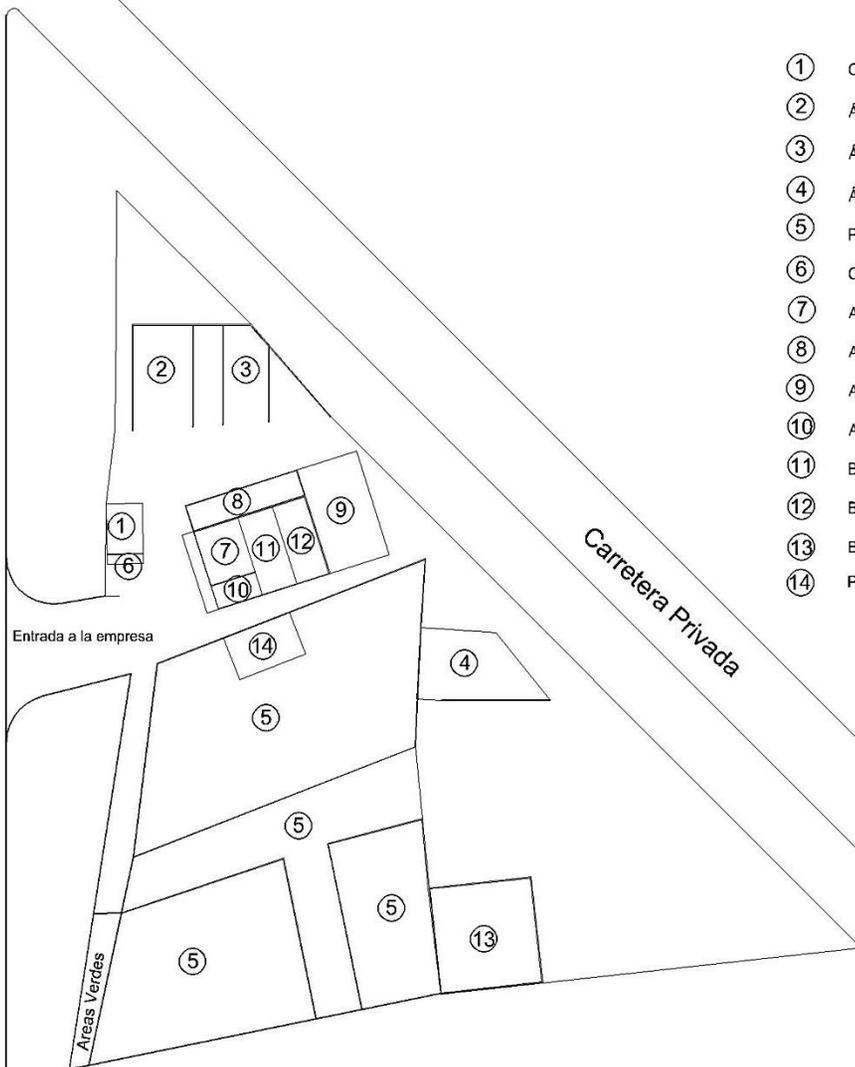
La empresa dispone, de espacios vacíos para situar las instalaciones, por ejemplo, el costado derecho de la bodega 3 (ver anexo 9), pero esta es muy alejada de las demás áreas, perturbando la fluidez de los procesos.

En el plano 1 se muestra el resultado al cual se llegó y en el plano 2, se expone la distribución de los equipos, de acuerdo a sus características descritas en cuadros anteriores, siendo la distribución óptima de los equipos.

Propuesta de Layout Genrerel de Trillos San Juan



Carretera Panamericana



- ① Oficinas de administración
- ② Área de secado 1
- ③ Área de secado 2
- ④ Área de secado 3
- ⑤ Patios de secado en sol
- ⑥ Control de calidad
- ⑦ Area de trillo
- ⑧ Area de procesamiento de semolina y cascarilla
- ⑨ Area de almacenamiento de cascarilla
- ⑩ Area de almacenamiento de arroz trillado
- ⑪ Bodega 1
- ⑫ Bodega 2
- ⑬ Bodega 3
- ⑭ Producción de Arroz Parbolizado

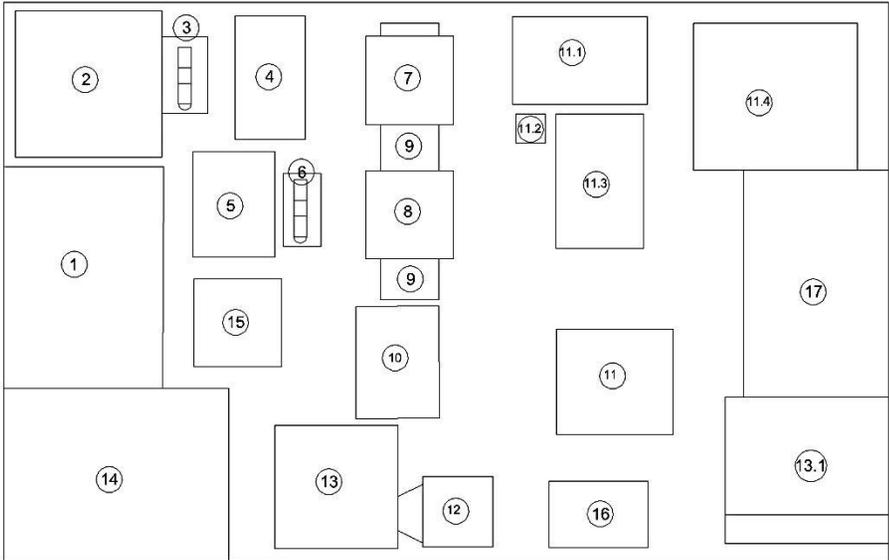
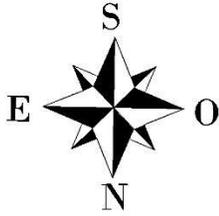
Superficie de secado en sol= 6,307 metros cuadrados
 Superficie de almacenamiento de arroz= 748 metros cuadrados
 Superficie total construida (incluye patio de secado)= 8,462 metros cuadrados

Superficie total= 16,112 metros cuadrados

Fuente: Elaboración propia

Escala 1:1000

Propuesta de distribución de planta



Escala 1:100

Fuente: Elaboración propia

- | | | | | | |
|---|---------------------------|-----|---|-----|--------------------------------------|
| ① | Area de entrada de camión | ⑨ | Banda transportadora 1 | ⑬ | Secadora vertical |
| ② | Fosa de entrada de arroz | ⑩ | Área de llenado de recipientes para Autoclave | ⑬.1 | Horno (calentador de Aire) |
| ③ | Elevador de cangilones 1 | ⑪ | Autoclave | ⑭ | Salida de producto terminado |
| ④ | Prelimpiadora | ⑪.1 | Tanque de agua cruda | ⑮ | Panel de control 1 |
| ⑤ | Tolva dosificadora 1 | ⑪.2 | Suavizador de agua | ⑯ | Panel de control 2 |
| ⑥ | Elevador de cangilones 2 | ⑪.3 | Tanque de agua suave | ⑰ | Área de carga de cascarilla de arroz |
| ⑦ | Tanque de remojo 1 | ⑪.4 | Caldera de vapor | ⑱ | Pila de agua residual |
| ⑧ | Tanque de remojo 2 | ⑫ | Tolva de alimentación | | |

X. CONCLUSIONES.

Basado en los resultados se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El trillo San Juan tiene la flexibilidad para adecuarse al proceso de parbolización, y la calidad gerencial para afrontar los cambios requeridos
2. La implementación del proceso de parbolización es viable técnicamente, ya que existen proveedores de maquinaria, accesibilidad de mano obra y el espacio suficiente para instalarla.
3. El arroz Parbolizado es una alternativa de inversión atractiva, no solo por las cualidades que le atribuye al arroz, sino también, la oportunidad de transformar cosechas con granos quebrados en arroz con calidad superior y disminuir pérdidas.
4. El Proceso de Parbolización del arroz tiene una gran cantidad de ventajas comerciales y humanas, tales como:
 - Mayor porcentaje de granos enteros
 - Tiempo de almacenamiento más prolongados
 - Alto contenido de nutrientes
 - Menor tiempo de cocción

XI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un estudio de mercado para conocer la percepción e interés de la población nicaragüense del arroz parbolizado.
2. Se recomienda al Trillo San Juan tomar en consideración la posibilidad de inversión de una planta procesadora de arroz parbolizado, ya que tendría un gran impacto en su economía, en la sociedad e industria nicaragüense. Dándole seguimiento e informándose mejor de la propuesta de AGRIMAQ.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2011).
- ADF, Agencia financiera de desarrollo. (2009). *Proyecto de ampliación de silos para almacenamiento de arroz y modernización y aumento de la capacidad de producción de arroz parbolizado.*
- Baca Urbina, G. (2001). *Evaluación de proyecto.*
- Bravo, P. (2005). Proceso para la elaboración de arroz parbolizado. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Lambayeque, Perú: iqpbm@hotmail.com.
- Estándares oficiales del codex alimentario.* (13 de septiembre de 2010). Recuperado el junio de 2013, de codex alimentarius: www.codexalimentarius.net
- Friedmann, A., & Weil, B. (mayo de 2010). *Arroz negocio creciente.* Agencia del Gobierno de los Estados Unidos.
- Gilardino, A. (2003). *Administración de los recursos humanos, quinta edición.*
- Herrera Estrada, C. J. (2011). *Estudio de factibilidad financiera para la compra de una planta de arroz parbolizado para Agroindustrias Albay S.A.*
- Instituto de Alimentos y Ciencias de la Universidad de la Florida. (2009). .
- INTA, I. N. (2009). *Guía técnica para el cultivo del arroz.*
- Krajewsky, L., Ritman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones. octava edición.*
- Mercosur. (2011). *Informe sobre el arroz parboiled .*
- Picado, A. (2011). *Manual de procedimiento del trillado de granza de arroz.* San Isidro.
- (s.f.). *Proyecto de ampliación de silos para almacenamiento de arroz y modernización y aumento de la capacidad de.*
- Rivas A, M. (2008). *Análisis y desarrollo: el arroz en Nicaragua.*
- SAG, S. d. (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz. (oryza sativa).* Comayagua, Honduras.

XIII. ANEXOS

Anexo 1

Operacionalización de las variables

Objetivos	Variables	Sub-variable	Indicador	Instrumento
	Proceso de beneficiado del Arroz.	Etapas del proceso.	% de humedad en el grano. % de semolina. % de cascarilla % de puntilla	Análisis de información en bibliografía Diagrama de procesos. Registro de la empresa
		Máquinas utilizadas.	Quintales/hora procesada .	
Describir el proceso de beneficiado y parbolización del arroz.	Proceso de parbolización del arroz.	Características del proceso:	% de aceite en el grano parbolizado.	Análisis de información en bibliografía.
		Contenido de aceite en el grano parbolizado.	% de nutrientes transferidos al interior del embrión.	
		Contenido de nutrientes.	% de nutrientes perdidos en el proceso.	
		Ventajas: Industriales Comerciales. Culinarias.	Periodo de almacenamiento. % de granos enteros. Tiempo de preparación. Incremento en el volumen del arroz al cocinarlo.	
		Etapas del proceso	% de humedad. Temperatura de remojo °C. %de semolina. % de cascarilla % de puntilla	

Identificar los principales cambios que se deben de realizar en el beneficiado de arroz para adecuarlo al proceso de parbolización	Cambios en el proceso de beneficiado del arroz	Proceso productivo	Horas por etapas	Diagrama flujo Cursograma analítico
		Tecnológicos: Maquinaria utilizada. Factores de adquisición de equipos.	Quintales/hora M ² / máquina (espacio) KW/hora. Numero de refacciones necesarias por máquinas.	Análisis de información en bibliografía
		Mano de obra directa	Número de actividades por operario. Nivel académico. Cantidad de trabajadores a contratar.	Consulta con la dirección empresarial.
		Instalaciones: Distribución de planta.	Flujo de los materiales (qq/h).	Métodos de puntos ponderados. Diagrama de relación de actividades.

PANAMA CITY- PANAMA Teléfono: (507) 214-6181, Celular: (507) 6675-7714 Fax : (507) 214-6182 E-mail: frank@rcmacglobal.com	COTIZACIÓN PROFORMA
	No. 1402 - 03 NI
Para: Harim Rodríguez Atención: Sr. Jorge Brenes Dirección: Matagalpa, Nicaragua Teléfono: +505 8430 - 2661 E-mail: jorbr@hotmail.com	Fecha: 03 de Febrero de 2014
	Por: PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ARROZ PARBORIZADO. OFERTA ESPECIAL DE INTRODUCCIÓN A NICARAGUA

Anexo 2

COTIZACIÓN PROFORMA

POR:

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ARROZ PRE-COCIDO, de acuerdo a nuestra Cotización / Orden de Compra adjunta de 03 de Febrero de 2014.

PRECIO CIF PUERTO CORINTO, NICARAGUA.....USD. 254,560.00

INCLUYE:

- Supervisión de Instalación completa

Forma de pago: 40 % de Abono Inicial con esta Orden de Compra.
60 % A la confirmación de disponibilidad para embarque.

Garantía: Por la fábrica directamente, por un año completo por defectos de fabricación.

Embarques: Embarque 90 días después de firmada la orden de compra

Llegada de Equipos: 30 - 45 días después de la fecha de embarque.

Instalación: 30 días aproximadamente, después de recibir los equipos en el sitio donde se instalará el molino. Suministramos técnicos especializados en cada área para dirigir la instalación de todos los equipos y entrenar al personal en la operación del conjunto – Sin Costo Adicional – El cliente solo cubre el alojamiento y alimentación.

ACEPTADO POR EL COMPRADOR

ACEPTADO POR EL VENDEDOR

Harim Rodríguez

RODOLFO PACHECO D.

PLANTA DE PROCESAMIENTO DE ARROZ PARBORIZADO:

INTRODUCCIÓN:

La planta de arroz precocido que se cotiza en esta oferta, es completa, es decir que incluye todos los aditamentos y componentes necesarios que requiere una Planta monolítica de este tipo de Arroz. La tecnología usada proporciona una alta calidad en el producto final.

Además, se está haciendo uso de tecnología moderna que permite darle uso a un desecho industrial (Cascarilla de arroz). Las cascarilla de arroz va a ser utilizada en la caldera de parbolización, como material energético para calefactar todos los equipos de pre-cocción de la materia prima y también, durante el proceso de secado.

El uso de esta tecnología amigable con la naturaleza, permitirá alcanzar varios objetivos ambientales y financieros:

1. utilizar un 20% de la cascarilla de arroz, que normalmente es un producto de desecho en los molinos de arroz tradicionales
2. Bajar los costos operativos de procesamiento de arroz hasta en un 50%
3. Incrementar las utilidades del proyecto de inversión
4. Incrementar el periodo de almacenamiento de la materia prima

Los sistemas tradicionales de parbolización, hacen uso de GAS LPG y/o DIESEL (Gas Oil) como fuentes de energía para calentamiento de las calderas de parbolización y de la secada del grano después del proceso de precocido. En Centroamérica, el uso de GAS LPG y DIESEL, son prohibitivos, debido a su alto costo.

NUESTRA EMPRESA:

RCMACGLOBAL, una empresa con valores y tradiciones de familia, nuestro negocio ha sido transferido de generación en generación; Cuenta con más de cincuenta años de experiencia en el campo ventas de maquinaria para el beneficio de arroz. RCMACGLOBAL, es representante exclusivo en América Latina de diferentes fabricantes de maquinaria de procesamiento y almacenamiento de granos.

Frank Iglesias, Director General de RCMACGLOBAL, ha adoptado una política de Ventas que llama "a la Antigua" y que fue inculcada por su padre, el Sr. Humberto Iglesias (Q.E.P.D), de quien recibió gran parte de su conocimiento de este negocio.

A través de los años, hemos ido afinando la política de trabajo, llegando por ensayo y error a la más adecuada y eficiente con la cual RCMACGLOBAL ha logrado ganar la confianza de sus clientes y agentes autorizados.

Desde sus inicios, nuestra compañía decidió adoptar una política de honestidad y servicio, y que siempre con vehemencia repetía el padre del Sr. Iglesias. Esta política se basa en respetar al cliente ante todo y ofrecer sin reparo consejos y recomendaciones que contribuyan a su mejor desarrollo en su empresa agroindustrial. Nuestros agentes de ventas en cada país, brindan a nuestros clientes un respaldo completo a través del servicio con excelencia que merecen todos.

Creemos firmemente en un excelente servicio post venta, para lo cual contamos con personal técnico especializado para la instalación y operación de nuestros equipos y su subsiguiente mantenimiento. Tanto en Panamá como en los países donde vendemos nuestros equipos, contamos con un amplio inventario de repuestos, para atender cualquier necesidad urgente de nuestros clientes de manera inmediata.

Por último y no menos importante, tenemos todos la convicción de que nuestro trabajo principal, no es el de simplemente vender una maquinaria o equipo. Nuestra misión es la de ilustrar y asistir a nuestros clientes dándoles a conocer constantemente nuevas técnicas de proceso y la existencia de nuevas maquinarias automáticas de mejores rendimientos en los molinos, recomendándoles siempre lo que represente beneficio a sus intereses, no los nuestros.

De esta forma, a través de los años hemos ganado un gran respeto de los industriales arroceros, quienes confían plenamente en nuestra experiencia y recomendaciones que siempre les brindamos sin costo y de buena fe.

Anexo 3

PLANTA DE ARROZ PARBOLIZADO





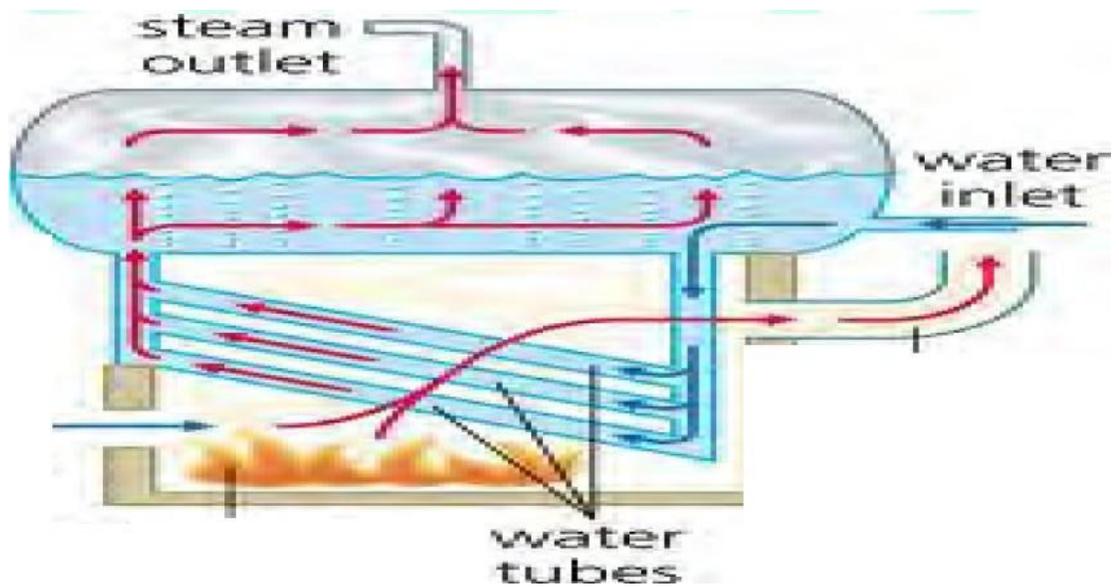
TRANSPOTADORES



Anexo 5

CALDERA A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ





Anexo 7

Costos de producción

Los costos de producir arroz parbolizado no son objeto de estudio de esta investigación, pero durante el tiempo de recopilación de información, se reunió la suficiente información para efectuar un costo preliminar, tomando en consideración el consumo de energía, agua, cascarilla de arroz y costo de mano de obra detallada en los cuadros siguientes:

Máquinas especializadas	Potencia (HP)	Potencia (KW)	Tiempo de utilización (horas)	Costo (C\$)
Pre-limpiadora	3.5	2.6	4.5	76.1
Tanque de remojo 1	8.5	6.3	4.5	184.9
Tanque de remojo 2	8.5	6.3	4.5	184.9
Autoclave	2	1.5	3.5	33.8
secadora vertical (elevador de secado interno)	6.5	4.8	4.5	141.4
Mecanismo de transporte				
Elevador de canjilones 1	3	2.2	4.5	65.3
Elevador de canjilones 2	3	2.2	2.5	36.3
Banda transportadora Tanque-autoclave	2	1.5	2.5	24.2
Otros				
Ventilador y horno	5.5	4.1	5	132.9
tanque de agua cruda (bomba)	3.5	2.6	3	50.8
compresor de aire	3.5	2.6	5	84.6
Suavizador de agua	1	0.7	3	14.5
Tanque de agua suave (bomba)	3.5	2.6	3	50.8
Total	54	40.3		C\$ 1,080.42

Costo KW/h (servicio de 220 W)	6.48
1 Hp	0.746

Consumo de agua	Cantidad (litros)	Costo (C\$)	Total (C\$)
Tanques de remojo	8.46	6.81	57.6
Autoclave	14.81		100.9
Limpieza general	3		20.4
Total			178.9

	Cantidad (sacos 40 lb)	costo C\$	Total
cascarilla de arroz	7	C\$ 77.40	C\$ 541.80
Mano de obra	Cantidad	Salario (C\$)	Total (C\$)
Cantidad de obreros	4	5000	20000
Ingeniero Químico	1	10000	10000
Total			30000

En el siguiente resumen visualizamos los costos principales en el proceso de parbolización, teniendo como resultado un costo de 0.54 dólares, los costos de trillado son los proporcionados por la empresa.

Resumen de costos de proceso de Arroz Parbolizado	
Costo de energía	C\$ 1,724.9
Costo de agua	C\$ 150.6
cascarilla de arroz	C\$ 541.80
Mano de obra	C\$ 1,000.00
Total	C\$ 3,417.30
Unidades producidas	8.46 (190 qq)
Costo de trillado de arroz	\$ 1.20
Costo de parbolizado (qq)	\$ 0.70
Costo arroz parbolizado	\$ 1.9/qq

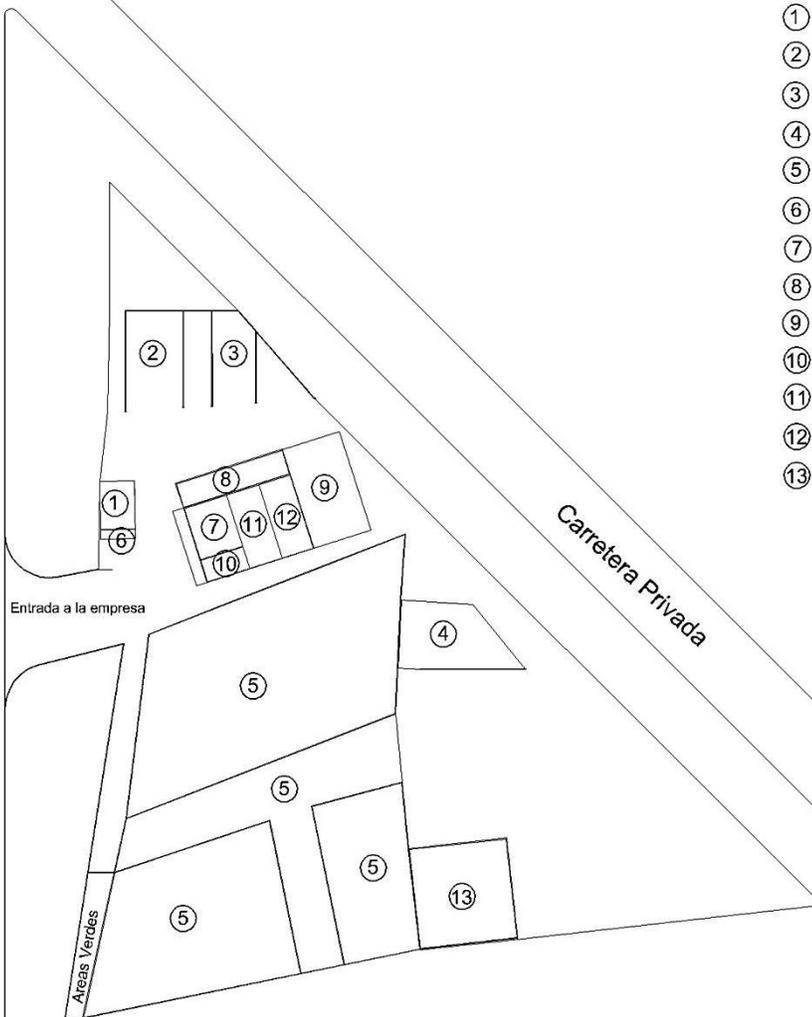
Anexo 8

Layout General de Trillos San Juan



- ① Oficinas de administración
- ② Área de secado 1
- ③ Área de secado 2
- ④ Área de secado 3
- ⑤ Patios de secado en sol
- ⑥ Control de calidad
- ⑦ Área de trillo
- ⑧ Área de procesamiento de semolina y cascarilla
- ⑨ Área de almacenamiento de cascarilla
- ⑩ Área de almacenamiento de arroz trillado
- ⑪ Bodega 1
- ⑫ Bodega 2
- ⑬ Bodega 3

Carretera Panamericana



Entrada a la empresa

Carretera Privada

Áreas Verdes

Superficie de secado en sol= 6,307 metros cuadrados
 Superficie de almacenamiento de arroz= 748 metros cuadrados
 Superficie total construida (incluye patio de secado)= 8,462 metros cuadrados

Superficie total= 16,112 metros cuadrados

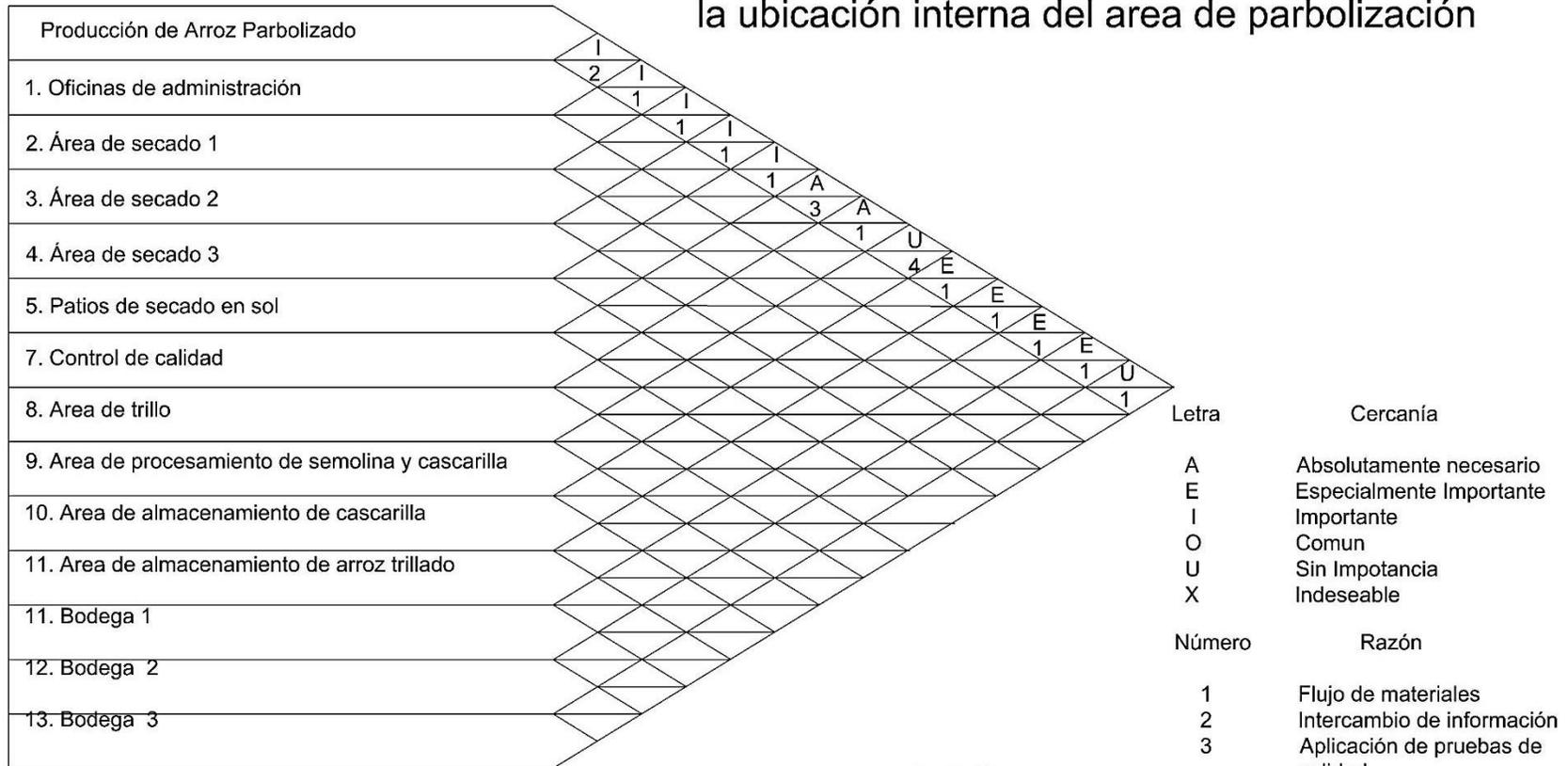
Fuente: Elaboración propia

Escala 1:1000

Anexo 9

Diagrama general de relación de actividades

Descripción: grafica de relación entre areas para la ubicación interna del area de parbolización



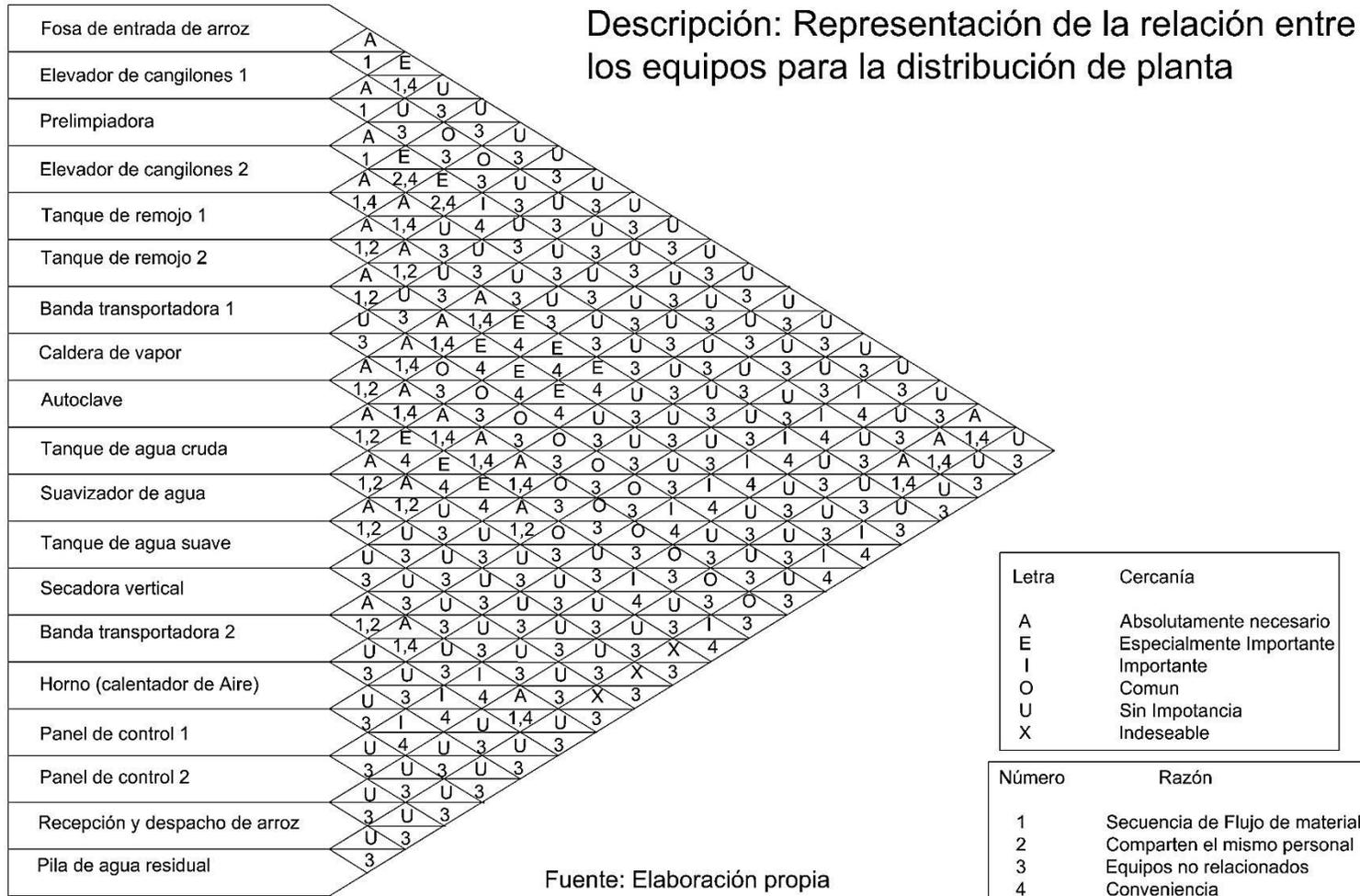
Anexo 9

en propia

Letra	Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente Importante
I	Importante
O	Comun
U	Sin Impotancia
X	Indeseable
Número	Razón
1	Flujo de materiales
2	Intercambio de información
3	Aplicación de pruebas de calidad
4	Procesos no relacionados

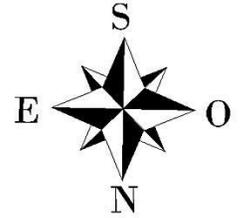
Anexo 10

Gráfica de relación de actividades del área de parbolización

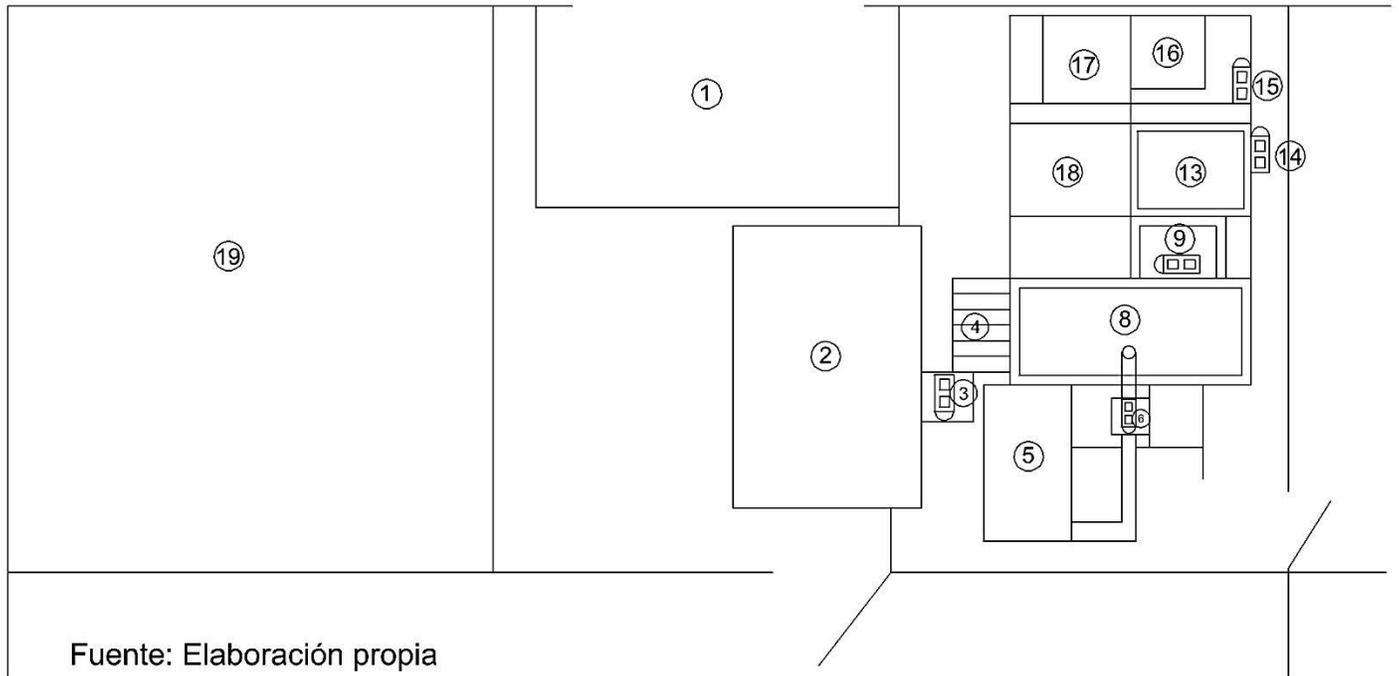


Anexo 12

Distribución de planta en el área de trillado



Plano de primera planta



Fuente: Elaboración propia

Escala 1:100

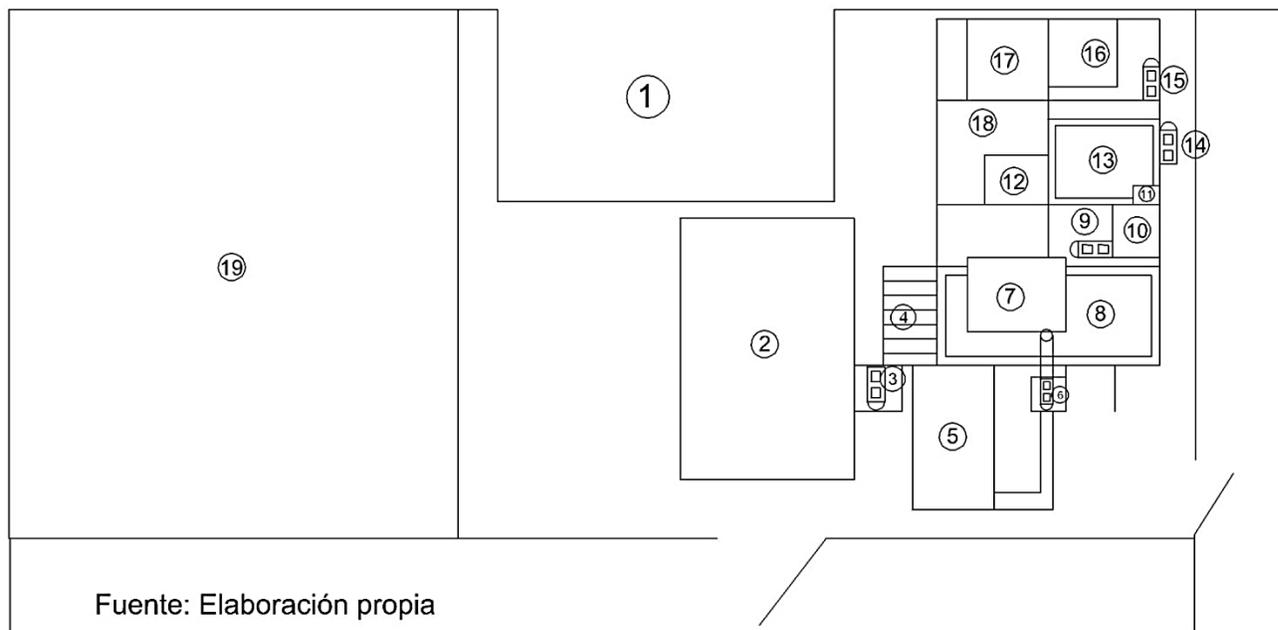
- | | | | |
|---|---------------------------|---|-------------------------------------|
| ① | Carga y descarga de arroz | ⑪ | Pulidora |
| ② | Fosa de entrada de arroz | ⑫ | Compresor |
| ③ | Elevador de cangilones | ⑬ | Clasificadora |
| ④ | Escaleras | ⑭ | Elevador de cangilones Payana |
| ⑤ | Pre-limpiadora | ⑮ | Elevador de cangilones Arroz Pulido |
| ⑥ | Elevador de cangilones 2 | ⑯ | Tolva para payana |
| ⑦ | Descascaradora | ⑰ | Tolva para arroz pulido |
| ⑧ | Mesa paddy | ⑱ | Área de empaque |
| ⑨ | Elevador de cangilones 3 | | |
| ⑩ | Tolva pulidora | | |

Anexo 13

Distribución de planta en el área de trillado



Plano de Segunda planta



Fuente: Elaboración propia

Escala 1:100

- | | |
|-----------------------------|--|
| ① Carga y descarga de arroz | ⑪ Pulidora |
| ② Fosa de entrada de arroz | ⑫ Compresor |
| ③ Elevador de cangilones | ⑬ Clasificadora |
| ④ Escaleras | ⑭ Elevador de cangilones Payana |
| ⑤ Pre-limpiadora | ⑮ Elevador de cangilones Arroz Pulido |
| ⑥ Elevador de cangilones 2 | ⑯ Tolva para payana |
| ⑦ Descascaradora | ⑰ Tolva para arroz pulido |
| ⑧ Mesa paddy | ⑱ Área de empaque |
| ⑨ Elevador de cangilones 3 | ⑲ Área de almacenamiento de arroz trillado |
| ⑩ Tolva pulidora | |

Anexo 14

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

FAREM-MATAGALPA



ENTREVISTA REALIZADA EN EL TRILLO SAN JUAN AL GERENTE DE PRODUCCION.

Somos estudiantes del V año de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas y realizaremos esta entrevista con el objetivo de realizar trabajo monográfico para optar al título.

Fecha: _____

1. ¿Cuál es su percepción acerca de la calidad nutritiva del grano de arroz al ser beneficiado con el proceso tradicional?

2. ¿Considera que los métodos utilizados para dar valor agregado al arroz son obsoletos?

3. ¿Conoce en que consiste el proceso de parbolización de arroz?

4. ¿Cuánto es la capacidad de producción de la planta?

5. ¿Cuáles son los principales limitantes para implementar nuevas tecnologías en el trillo San Juan o empresas a fines?

6. ¿Cuál sería su actitud ante la posibilidad de aplicar un proceso de parbolización al arroz a fin de mejorar la calidad del grano?

7. ¿Considera que la mano de obra nicaragüense tiene la flexibilidad necesaria para adaptarse a cambios en los procesos?

8. ¿Cómo considera la capacidad de aprender de sus trabajadores?

9. ¿Cómo valora el nivel de industrialización de las empresas que procesan arroz en Nicaragua?

10. ¿Tomaría el proceso de parbolización como alternativa de valor agregado al arroz? ¿por qué?

Anexo 15. Cronograma de actividades

Actividades	Agosto	Septiembre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Investigación de temas de interés	■									
Selección del tema	■									
Consulta y aprobación del tema	■									
Formulación del tema de investigación	■									
Recolección de información	■	■								
Plantear el problema	■	■								
Definir los objetivos de investigación	■	■								
Revisión de los objetivos		■								
Recopilación de antecedentes relacionados con la temática		■								
Justificar el problema		■	■							
Definir las preguntas directrices		■	■							
Revisión de las preguntas directrices		■	■							
Redacción de diseño metodológico		■	■							
Revisión del diseño metodológico		■	■							
Análisis de las variables de los objetivos		■	■							
Operacionalización de las variables		■	■							
Revisión de la Operacionalización de las variables		■	■							
Revisión de literatura para marco teórico		■	■							
Estructuración del fundamento teórico de investigación		■	■							
Revisión del contenido del marco teórico		■	■							
Diseño de entrevista e instrumentos		■	■							
Revisión del protocolo de investigación		■	■							
Contactar beneficios de arroz y programar visitas.		■	■							
Presentación de protocolo de investigación.		■	■							
Revisión de protocolo por docentes		■	■	■						
Correcciones del protocolo		■	■	■	■					

